



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**  
**ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS**



**“Niveles de Magnecal aplicado en suelo ácido sobre los rendimientos del biotipo Shanao de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), en el Sector Maronilla Distrito Morales”.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**MARIANO CHÁVEZ BAZÁN**

**TARAPOTO PERÚ**  
**2007**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO****FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS****DEPARTAMENTO ACADEMICO AGROSILVO PASTORIL****ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS**

**“Niveles de Magnecal aplicado en suelo ácido sobre los rendimientos del biotipo Shanao de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), en el Sector Maronilla - Distrito Morales”.**

**TESIS****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AGRÓNOMO****PRESENTADO POR EL BACHILLER:****MARIANO CHÁVEZ BAZÁN**  
Ing. M.Sc. Armando D. Cueva Benavides**Presidente**  
Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramírez**Secretario**  
Ing. Luis A. Leveau Guerra**Miembro**  
Ing. M.Sc. Julio A. Ríos Ramírez**Asesor**  
Ing. Rohan Sánchez Lozano**Coasesor**



## DEDICATORIA

*A mi mamá Sra. Margarita Bazán Tuesta*

*en testimonio a mi eterna gratitud*

*por su esmero y constante incentivo*

*en el logro de mi profesionalización.*

*A mis queridos hijitos: Christopher*

*Enmanuel y Mayssa Christina*

*por ser causa de mi esmero*










*en lograr un futuro mejor*

*A mi papá: Sr. Delfín Chávez Ushiñahua*

*por su sacrificio y esfuerzo desplegado*

*en la culminación de mis estudios*

## AGRADECIMIENTO

-  Agradezco a mi Dios celestial por ser el guía espiritual de mi vida.
  
-  Agradezco de manera especial a mis hermanos: Jorge, Fredy y Jesús, por el estímulo brindado a darles ejemplo de personalidad y madurez en el logro de mi profesionalización.
  
-  Al Ing. M.Sc. Julio A. Ríos Ramírez, asesor de la presente tesis, por su valioso apoyo incondicional y moral del presente trabajo de investigación.
  
-  Al Ing. Rohan Sánchez Lozano, coasesor de la presente tesis, por su valioso apoyo incondicional y moral del presente trabajo de investigación.
  
-  Al Ing. Dr. Aquilino García Bautista, por su valioso apoyo en el procesamiento de datos.
  
-  Expreso mi más profundo agradecimiento por el presente trabajo de investigación al Ing. César Chappa, Ing. Elías Torres, Ing. Jorge Luis Peláez, Ing. Javier Ormeño, Ing. Segundo Amasifuen, Ing. Henry Haya, sus invalorable apoyos en el desarrollo de la presente tesis.
  
-  Agradezco a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la elaboración del presente proyecto de investigación.
  
-  Con mucho amor y cariño a Nery, por el apoyo incondicional y comprensión que me brinda día a día para no desfallecer en esta difícil labor.
  
-  A la Empresa Tabacalera del Oriente SAC. Por haberme brindado el apoyo para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Generalidades de los suelos ácidos</b>	<b>3</b>
3.1.1 Factores que afectan el pH en el suelo	3
3.1.2 Encalados de suelos ácidos	6
3.1.3 Disponibilidad de calcio y magnesio	6
3.1.4 Corrección de suelos ácidos	9
3.1.5 Materiales de encalado y su empleo en suelos ácidos	11
3.1.6 Poder neutralizantes de las enmiendas	13
3.1.7 Causas de acidificación progresiva de los suelos	15
3.1.8 Fijación de fósforo en suelos ácidos	15
3.1.9 Principales procesos físicos – químicos en el suelo	16
<b>3.2 Experiencias sobre utilización de enmiendas o materiales en         encalado en suelos ácidos en la Región San Martín y otros         lugares.</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Del cultivo de Sacha Inchi (<i>plukenetia volúbilis</i> L.)</b>	<b>22</b>
3.3.1 Características botánicas del Sacha Inchi en suelo	22
3.3.2 Clima y suelos	24
3.3.3 Características agronómicas del Sacha Inchi	25
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Materiales</b>	<b>29</b>

4.1.1	Ubicación del campo experimental	29
4.1.2	Historia del campo experimental	29
4.1.3	Condiciones climáticas	30
4.2	Metodología	32
4.2.1	Diseño experimental	32
4.2.2	Características del campo experimental	32
4.2.3	Conducción del experimento	33
4.2.4	Parámetros evaluados	39
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>42</b>
5.1	Altura de plantas	42
5.2	Días a la floración	43
5.3	Número de cápsulas por planta	44
5.4	Peso de 100 semillas	45
5.5	Rendimiento de cápsulas y semillas	46
5.5.1	Rendimiento de cápsulas	46
5.5.2	Rendimiento de semillas	47
5.6	Análisis económico	49
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
<b>IX.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>59</b>
<b>X.</b>	<b>SUMARY</b>	<b>61</b>
<b>XI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>62</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>68</b>



## I. INTRODUCCIÓN



El cultivo del Sacha Inchi, Maní Silvestre o Inca Inchi, tiene un potencial comercial importante en la Región San Martín. Por que las semillas contienen aceites oleicos y linoleico (conocido como Omega 3 y 6 respectivamente) en mayor cantidad que otras oleaginosas (Guerrero, 1994).

En el Perú, la planta lo encontramos en estado silvestre y hoy se viene realizando evaluaciones agronómicas y de caracterización del material genético, siendo las mayores áreas en los departamentos de San Martín, Ucayali, Cuzco, Madre de Dios y Loreto. El consumo de las semillas en áreas rurales de la selva se realiza en condición de cocida o tostada; además, de preparar diversos platos tradicionales. Por sus cualidades nutrecéuticas, es decir características de ser alimenticias, curativas y otras, constituye un importante recurso genético, que nuestra Amazonía aporta en beneficio de la humanidad.

La existencia de poca información de investigaciones referido al manejo agronómico en suelo ácido en el ámbito de la Región San Martín, específicamente en la cuenca de Cumbaza, se consideran como una limitante. El presente trabajo pretende mejorar el rendimiento de Sacha Inchi, con diferentes niveles aplicados de magnecal a un suelo ácido, considerando que la planta es una especie rústica que se adapta y tolera suelos degradados, y puede ser una alternativa de desarrollo para la Región San Martín.



## II. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar el efecto de diferentes dosis de Magnecal sobre los rendimientos del biotipo Shanao de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en la campaña 2 005 – 2 006.
- 2.2. Determinar la mejor dosis de Magnecal en los rendimientos del cultivo, del biotipo Shanao de Sacha Inchi.
- 2.3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. GENERALIDADES DE LOS SUELOS ÁCIDOS

##### 3.1.1 FACTORES QUE AFECTAN EL PH EN EL SUELO

**THE POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE (1997);** menciona, el pH del suelo tienen influencia sobre factores, entre los que se incluyen: material de origen y profundidad del suelo, precipitación, inundación, vegetación natural, cultivos sembrados y fertilización nitrogenada (N).

- a. Material de origen.** Los suelos que se desarrollaron de un material parental proveniente de rocas básicas generalmente tienen un pH más alto que aquellos formados de rocas ácidas (granito).
- b. Profundidad del suelo.** Excepto en áreas de baja precipitación, la acidez generalmente aumenta con la profundidad; por esta razón, la pérdida de la capa superior del suelo por erosión puede llevar a la superficie suelo de pH más ácido. Sin embargo, existen áreas donde el pH del subsuelo es más alto que el pH de la capa superior.
- c. Precipitación.** A medida que el agua de las lluvias se percola en el suelo, se produce la salida (lixiviación) de nutrientes básicos

como calcio (Ca) y magnesio (Mg). Estos son reemplazados por elementos ácidos como aluminio (Al), hidrógeno (H) y manganeso (Mn). Por lo tanto, los suelos formados bajo condiciones de alta precipitación son más ácidos que aquellos formados bajo condiciones áridas.

- d. Descomposición de materia orgánica.** Los materiales orgánicos del suelo son descompuestos continuamente por los microorganismos convirtiéndolos en ácidos orgánicos, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua, formando finalmente ácido carbónico. El ácido carbónico reacciona a su vez con los carbonatos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el suelo para formar bicarbonatos solubles que se lixivian, haciendo el suelo más ácido. Muestra los efectos de la acumulación (y la mineralización) de la materia orgánica a largo plazo en el contenido de Carbono Orgánico (C), (N), o pH del suelo.
- e. Vegetación natural.** Los suelos que se remueven bajo bosque tienden a ser más ácidos que aquellos que se desarrollan bajo praderas. Las coníferas crean más acidez que los bosques de hoja caduca.
- f. Siembra de cultivos.** Los suelos a menudo se vuelven más ácidos con la cosecha de los cultivos debido a que éstos remueven bases. El tipo de cultivo determina las cantidades

relativas removidas.

Por ejemplo, las leguminosas generalmente contienen niveles más altos de bases que los pastos. Los contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) también varían de acuerdo con las partes de la planta que es cosechada. Cuando se remueve forraje y paja del suelo queda un balance ácido. Cuando se remueve el grano o las semillas, se incrementa el pH debido a que la semilla contiene un alto nivel de componentes ácidos.

**g. Fertilización nitrogenada.** El nitrógeno (N) ya sea proveniente de los fertilizantes, materia orgánica, estiércol o fijación biológica de las leguminosas, produce acidez. La fertilización con nitrógeno (N) acelera el desarrollo de la acidez. A dosis bajas de nitrógeno (N), la acidificación es lenta, pero se acelera a medida que las dosis de nitrógeno (N) se incrementan. En suelos calcáreos el efecto de acidificación puede ser beneficioso. Cuando existen deficiencias de hierro (Fe), manganeso (Mn) u otros micros nutrientes, al reducir el pH hace que estos nutrientes sean más disponibles, con excepción del molibdeno (Mo). Muchas leguminosas liberan iones a sus rizosfera cuando están fijando activamente  $N_2$  atmosférico. La acidez generada puede variar de 0,2 a 0.7 unidades de pH por cada mol de N fijado.



**Inundación.** El efecto global de la inundación del suelo es el incremento del pH en suelos ácidos y una reducción en suelos básicos. Sin tener en cuenta el valor original del pH, la mayoría de los suelos llegan a valores de pH entre 5,0 y 7,2 alrededor de un mes después de haber sido inundados y se mantienen a ese nivel hasta que se secan. Por lo tanto. El encalar tiene muy poco valor en la producción de arroz de inundación, mas aun, esta práctica puede inducir deficiencias de micro nutrientes como el zinc (Zn).

### **3.1.2 ENCALADO DE SUELOS ÁCIDOS**

**CHAVEZ (1993);** indica que la piedra calcitita es el material más utilizado para suelos ácidos. Esta compuesto en su mayoría por carbonatos de calcio y magnesio. Se obtiene a partir de la roca caliza, roca calcárea o calcita.

Los carbonatos producen significativos incrementos de la cantidad y calidad de las cosechas por que contribuyen con los nutrientes de calcio, magnesio, fósforo, nitrógeno, micro nutrientes, mejoran la estructura del suelo y aumentan la eficiencia de los fertilizantes.

### **3.1.3 DISPONIBILIDAD DE CALCIO Y MAGNESIO**

**TISDALE S. Y NELSON W. (1982);** afirman que constituyen el 1,93% de la corteza terrestre. El contenido en magnesio total de los suelos es variable, comprendido desde solamente una fracción

menor de 1% en suelo groseros y arenosos en regiones húmedas, hasta quizá varios porcentajes en suelos de textura fina, áridos o semiáridos, formados por materiales ricos en magnesio. El magnesio en el suelo se origina por la descomposición de rocas que contengan minerales como la biotita, dolomita, clorita, serpentita y olivita. En la descomposición de estos minerales, el magnesio se desplaza libremente en las aguas que lo rodean. Entonces pueden ser:

- Perdido en esta agua de percolación.
- Absorbidos por los organismos vivientes.
- Absorbidos por las partículas de barros circundantes.
- Reprecipitados como mineral secundario. Es de suponer que este último fenómeno tendría lugar más fácilmente en un clima árido.

**BELGER. FRITZ Y IRSCHICK, (1990);** informan que el magnesio aumenta la resistencia de los vegetales a los factores ambientales adversos como sequía, enfermedades e infecciones, debido a su influencia positiva sobre el engrosamiento de las paredes y permeabilidad de las membranas celulares. Entre el magnesio y el fósforo existe un sinergismo que eleva notoriamente la asimilación del fósforo y facilita su transporte a la planta. También se conoce como una interrelación de Mg – K que por ejemplo hace aparecer deficiencia de K en la planta cuando en el suelo hay un exceso de Mg y viceversa.

El calcio es un nutriente vegetal indispensable relativamente inmóvil dentro de la planta. En la solución del suelo, el calcio debe estar en exceso y en cierta relación respecto a los demás nutrientes, para que la planta pueda asimilarlo suficientemente. El calcio influye sobre el balance hídrico de las plantas. Debido a su solubilidad, en el suelo esta sujeto a una pérdida por lavado relativamente intensa.

**CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION (1995);** Indica que el: **Calcio:** es absorbido por la plantas en forma de ión calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ). Dado que es un nutriente estructural, forma parte esencial de todas las paredes y membranas estando presente en la formación de nuevas células. Así mismo, afirman que con frecuencia el calcio está abundante que solo lo requieren como fertilizantes los suelos muy ácidos, donde es necesario aplicar cal. Sin embargo, en suelos alcalinos donde la disponibilidad de calcio puede ser muy baja es necesario aplicar fertilizantes de calcio para mantener su suministro adecuado de este nutriente para las plantas. Con respecto al **Magnesio:** afirman que las plantas absorben en forma de ión magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), la molécula de clorofila contiene este elemento; por lo tanto es esencial para el proceso de fotosíntesis. Así mismo, sostiene que el magnesio funciona como activador (catalizador) de muchas enzimas que se requiere para los proceso de crecimiento de las plantas.

### 3.1.4 CORRECCIÓN DE SUELOS ÁCIDOS

**COLACELLI (1997)**; considera que el encalado persigue los siguientes objetivos:

- Aumenta la estabilidad de la estructura del suelo.
- Disminución de los iones  $H^{++}$ .
- Aumento de los iones  $(OH)^{-}$ .
- Disminución de la solubilidad de los iones  $Al^{+++}$ ,  $Mn^{+}$  y  $Fe^{++}$  que a determinadas concentraciones pueden ser tóxicas.
- Aumenta la solubilidad de P.
- Aumento de las cantidades disponibles de  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  por el agregado con los materiales calizos.
- Estimula el desarrollo, los microorganismos del suelo.
- Aumenta el ritmo de mineralización de la materia orgánica con el consiguiente aumento del N disponible.

#### a. Cuando aplicar cal

**COLACELLI (1997)**, una vez que se conoce el significado del pH, las necesidades de las cosechas y el modo de tomar las muestras de suelos y analizarlas, esta en condiciones de considerar los problemas prácticos – agrícolas del encalado de los suelos. Hay a este respecto 3 factores que deben tomarse en cuenta simultáneamente:

1º El lugar en la rotación donde aplicar cal.

2º El modo que es aplicada al suelo y,



3° La cantidad que hay que aplicar a los suelos fuertemente ácidos.

El mismo autor indica que la relación entre suelo y la cal aplicada se mantiene a lo largo de muchos años. Durante el primero y segundo año, la reacción es veloz, conforme pasa el tiempo, esta declina gradualmente. Generalmente, el pH máximo resultante del encalado, se alcanza entre los 2 y 3 años de la aplicación. Después de este tiempo la reacción es más lenta que la velocidad de lavado, y el pH desciende gradualmente hasta que se decide repetir la aplicación. La variación del pH es bastante lenta por lo general las aplicaciones se realizan cada 4 a 8 años.

**b. Las exigencias de cal del suelo**

**RUSSELL E.J. Y RUSSELL E.W. (1990)**, manifiesta que la agricultura de hoy exige, por razones financieras, aportes muchos menores y más frecuentes de enmienda; y esto es particularmente importante en algunos suelos arenosos y orgánicos en los que los rendimientos de las cosechas pueden reducir si se aplica un encalado demasiado fuerte. Por esta razón, los primeros químicos agrónomos buscaron métodos para estimar la cantidad mínima de carbonato cálcico o de cal que había de aplicar al suelo para neutralizar su acidez, cantidad a la que denominan “exigencia de cal”. En la actualidad, sabemos que no se puede dar un significado definido a la frase

“neutralizar la acidez del suelo”; por consiguiente esta es una definición inadecuada de las exigencias de cal. Tampoco podemos definir las exigencias de cal de un suelo como la cantidad requerida para obtener rendimientos máximos, pues las cosechas varían en cuanto a tales exigencias.

### **3.1.5 MATERIALES DE ENCALADO Y SU EMPLEO EN SUELOS ÁCIDOS**

**CARBALLO (1993)**; señala que los productos que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable. La acción neutralizante de los materiales de encalado no se debe en forma directa al calcio y al magnesio, sino más bien a las bases químicas a la cual están ligados estos cationes:  $\text{CO}_3$ ,  $\text{OH}$  Y  $\text{SiO}_3$ .

**ALCARDE (1992)**; indica que los carbonatos, hidróxidos y silicatos generan iones  $\text{OH}$  y son los que neutralizan la acidez del suelo al propiciar la precipitación del aluminio como  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y la formación de agua. Así mismo, señala que las sales básicas de calcio y magnesio son muy abundantes en la naturaleza y además estos dos elementos son muy esenciales para la nutrición de las plantas, por este motivo constituyen los correctivos de acidez de mayor uso.



**a. Otros materiales de encalado**

**CHÁVEZ (1993);** reporta los siguientes productos utilizados como materiales de encalados o enmiendas:

**a. Oxido de calcio – CaO**

Es el producto obtenido de la calcinación total del carbonato de calcio a una temperatura aproximada de 1000 C. Se le conoce como cal viva o cal quemada.

**b. Hidróxido de calcio – Ca (OH)<sub>2</sub>**

Se conoce como cal apagada o hidrata, es un material de mayor costo que el Carbonato y se obtiene a partir de la reacción del oxido de calcio con agua.

**c. Cal Dolomítica – CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

La dolomita es un material de encalado que reacciona mas lentamente en el suelo que el carbonato de calcio, pero tiene la ventaja que suministra mas magnesio.

**COLACELLI (1997);** considera a su vez los siguientes productos de encalado:

**a. Calizas**

Formadas por CaCO<sub>3</sub> y Mg CO (Carbonato de calcio y magnesio) en cantidades variables. Ej.; Calcita: 40% de Ca; Dolomita: 21,6% de Cal y 13% de Mg.

**b. Cal viva /CaO)**

Se obtiene por calcinación de  $\text{CaCO}_3$ , tiene generalmente una pureza de 90% siendo un producto de acción rápida.

**c. Cal apagada o hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ )**

Es la cal viva que se hidrata.

**d. Escorias Thomas**

Producto residual de la producción del acero que contiene un 32% de Ca, además de P.

**e. Magnecal ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ )**

Son suelos calizos finos que aporta al suelo de doble acción (carbonato de calcio 77% y carbonato de magnesio 19%), mejorando la calidad y estructura de los suelos, la absorción de fertilizantes y micronutrientes, con resistencia a las enfermedades y en el rendimiento de los cultivos.

**3.1.6 Poder neutralizantes de las enmiendas**

**PASCUAL Y NOGUERA (2003);** por las siguientes formas:

- a. Eliminando el exceso de agua y oxigenando el suelo mediante drenaje y trabajo del suelo con el terreno en tempero. De esta forma se reducen las fermentaciones anaerobias acidificantes.



- b. Estimulando fermentaciones aerobias no acidificantes y aumentando el poder adsorbente del suelo con enmiendas humitas.
- c. Utilizando preferentemente abonos insolubles (fosfatos, escorias, abonos orgánicos) para ser asimilados necesitan de la intervención de los microorganismos del suelo y no dejan residuo ácido y no descalcifican; en una palabra utilizando abonos no acidificantes.
- d. Limitando el lixiviado invernal mediante abonados "verdes".
- e. La textura del suelo influye en el pH a alcanzar.
- f. Los distintos cultivos se adaptan a diferentes intervalos de pH, pudiendo clasificarse a las planta en tres grupos:
  - Acidófilas: Patata, avena centeno, gramíneas, etc.
  - Neutras: Trigo, cáñamo, maíz, nabo, etc.
  - Basófilas: Remolacha, cebada, alfalfa, etc.
- g. Si el pH es inferior a 5,5 se debe encalar hasta este valor para elevar el pH de 4,5 a 5,5 a una capa arable de 15 cm. De espesor (kg/Ha).

### 3.1.7 CAUSAS DE ACIDIFICACIÓN PROGRESIVA DE LOS SUELOS

**BERTSCH (1986)**; indica que la acidificación progresiva que se presenta en los suelos de aéreas tropicales húmedas se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ) por iones de hidrógeno y aluminio debido al agua de percolación, extracción de cationes por las plantas y por el uso de fertilizantes de carácter ácido. Cuando hay altas precipitaciones se lixivian grandes cantidades de iones de bases cambiables, que son reemplazados por iones de hidrógeno. Por otro lado, ciertas plantas como las leguminosas, poseen una mayor demanda de bases, lo cual conlleva a una disminución de estos nutrientes en el suelo.

**SANCHES Y SALINAS (1976)**; señalan que la acidificación de los suelos se incrementa notablemente como consecuencia de factores como: lixiviación y erosión, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intensivo, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales, así como la aplicación de sales sulfatadas y nítricas a través de la disociación que producen ácidos como el ácido nítrico y el sulfúrico.

### 3.1.8 FIJACIÓN DE FÓSFORO EN SUELOS ÁCIDOS

**SANCHEZ Y SALINAS (1976)**; indica que entre los problemas que se presentan en los suelos ácidos, es la toxicidad del aluminio y/o magnesio y la baja disponibilidad de elementos esenciales para las plantas tales como el fósforo, el calcio y magnesio. Las formas

reactivas del fierro y aluminio hacen que las formas solubles de fósforo reaccionen y se transformen en otros menos solubles y poco aprovechables por las plantas. Este fenómeno llamado fijación es quizás uno de los más importantes en los suelos ácidos, que son invariablemente de textura media a fina, altos en óxidos o hidróxidos de fierro y aluminio (orden Oxisol y Ultisol y ciertos Inceptisoles y Alfisoles).

**VILLAGARCIA (1990);** reporta que bajo la acción de los ácidos del suelo, de las raíces, los fosfatos naturales pueden ser lentamente asimilados en suelos húmedos.

**LEON Y FENSTER (1980);** informan que la alta fijación del aluminio se considera como uno de las principales razones por los cuales extensas áreas de tierras de sabanas en América tropical se encuentran poco utilizados.

### **3.1.9 PRINCIPALES PROCESOS FÍSICOS – QUÍMICOS EN EL SUELO**

**PASCUAL Y NOGUERA (2003);** indican que los mecanismos y leyes por las que se rige la reacción dependerán de la clase de fuerza de atracción por la cual el elemento en cuestión este ligado a la fase sólida. Estas fuerzas pueden ser eléctricas, químicas o puramente físicas. Para un determinado elemento y una determinada posición del mismo en la fase sólida, los factores de intensidad y velocidad de la reacción dependerán del elemento en

cuestión, de las condiciones ambientales en que se realice y de la intervención de otros factores que presenten interacciones concretas.

#### **a. Absorción de aniones**

La absorción de aniones solo pueden estar relacionada con la ocupación de posiciones cargadas positivamente o intercambiando de grupos ácidos.

Los nitratos no reaccionan prácticamente con la fase sólida. Su concentración en el suelo corresponde normalmente a la cantidad total de nitrato existente en el suelo en un momento dado. La aportación a la solución del suelo de nitratos, que compensan las pérdidas de este por la absorción de las raíces y por otras causas, se produce por la mineralización de la materia orgánica o bien por la aplicación de fertilizantes, principalmente.

En caso los sulfatos, no existen absorción apreciable en tanto el suelo se mantienen neutro ligeramente ácido. En el caso de suelos ácidos pueden producirse una retención apreciable de este anion, ligado a hidróxidos de hierro y aluminio mediante intercambio con los oxidrilos, y es bastante débil.

Las reacciones de absorción de aniones en el suelo son muy complejas, existiendo competencia por las posiciones de



absorción, no solo entre los diferentes aniones inorgánicos, sino que también intervienen aniones orgánicos, así como la interferencia de cationes tales como el aluminio y el calcio.

#### **b. Absorción y cambio de cationes**

La cantidad total de cationes absorbidos que pueden retener el suelo es lo que se denomina Capacidad de Cambio de Cationico (CCC), se mide en mili equivalentes por cada gramos de suelo (meq/100gr.). Esta medida se realiza substituyendo todos los cationes cambiables en una muestra determinada mediante un determinado cation y después midiendo la cantidad de este elemento que se libera al substituir de nuevo la capacidad de cambio con otro cation.

La velocidad con la que se llevan a cabo las reacciones de cambio entre la fase sólida y la solución del suelo suele ser casi instantánea, realizándose en cuestión de segundos salvo en los casos en que existe interferencia por parte de algún tipo de restricción.

Entre los cationes que participan en las reacciones de cambio, una parte tienen carácter de base tales como calcio, magnesio, potasio, sodio, etc., en tanto que el ion hidrogeno ( $H^+$ ) y el aluminio ( $Al^{3+}$ ) tienen carácter ácido. De aquí el concepto de saturación de bases del complejo que corresponden a la parte de

la capacidad de cambio que esta ocupada por cationes básicos  
cambiables expresada en porcentaje.

### **3.2. EXPERIENCIAS SOBRE UTILIZACIÓN DE ENMIENDAS O MATERIALES EN ENCALADO EN SUELOS ÁCIDOS EN LA REGION SAN MARTÍN Y OTROS LUGARES**

**ALEGRIA (2003);** en estudio realizado en el sector Aucaloma en el cultivo de frijol – Caupí, en aplicaciones de dosis del efecto residual de enmienda Calcio Magnésica, concluye, disminución de rendimiento de grano en el aumento de Dosis de la Enmienda. Con respecto a las características químicas del suelo existió diferencia altamente significativa en cuanto a los niveles de pH, Ca + Mg, Potasio y Aluminio con excepción del fósforo que no existió diferencia significativa. Se evaluaron 15 tratamientos de enmienda Calcio Magnesio (77% de  $\text{CaCO}_3$  y 19%  $\text{MgCO}_3$ ), siendo la evaluación de estos en septiembre del 2000 con un pH de 5,72 los tratamientos variaron de 0,5 a 6,5 TM/ha con un testigo absoluto.

**FUNDAAM (1999);** trabajos realizados en Alto Mayo con la incorporación de dolomita molida en el cultivo de arroz bajo riego con la finalidad de subsanar la deficiencia de calcio y magnesio y su efecto sobre el rendimiento del cultivo. La dosis empleada fue de 2,0 TM/Ha de caliza gruesa y caliza fina, por cada uno; obteniéndose el máximo rendimiento de 5,630 Kg/ha con la incorporación de caliza fina y 5,380 Kg/ha con caliza gruesa.

**RUSSELL Y RUSSELL (1999)**; sostienen que el encalado de un suelo ácido puede tener varias consecuencias inmediatas. Eleva automáticamente el pH y el potencial de cal y la concentración del ion calcio en la solución edáfica. Esto dará como resultado que los iones calcio desplacen los iones aluminio de la arcilla, y que suba el pH de la solución del suelo ocasionado así la precipitación como hidróxido aluminico de parte de los iones aluminio que contiene, no obstante suele precipitar también el manganeso a un pH inferior que cuando existe solamente un poco de aluminio presumiblemente, por que está precipitando sobre el hidróxido de aluminio recientemente formado. Esta pudiera ser la explicación del hecho observado de que encalando algunos suelos muy ácidos hasta pH 6,5 puede inducirse una deficiencia grave de manganeso.

Los mismos autores afirman también que el encalado del suelo aumenta el grado de saturación del complejo de cambio con calcio. Ciertamente en los trópicos y subtrópicos, donde muchos de los suelos bien drenados son caolíníficos, el encalado solo mejora los rendimientos de las cosechas en suelos muy ácidos y ordinariamente los reduce en los de acidez moderada. Se ha ocasionado alguna confusión por el uso de la palabra cal para denominar el material añadido al suelo para neutralizar su acidez.

**PEZO (2002)**; estudio realizado en sector Aucaloma en el cultivo de frijol – Caupí, dosis de enmienda Calcio Magnesica concluye; que ha medida que se incrementa la dosis de enmienda Calcio Magnesica y se incrementa ligeramente en el fósforo tanto antes de la siembra como después de la

cosecha, incrementándose más al momento de la siembra, luego el periodo incubación del material. El contenido de aluminio cambiante se precipita conforme se incrementa la dosis de enmienda Calcio Magnésica, existiendo dosis mayores a 05 TM/ha. Se evaluaron 15 tratamientos de enmienda Calcio Magnésico (77% de  $\text{CaCO}_3$  y 19%  $\text{MgCO}_3$ ), siendo la evaluación de estos en Septiembre – Enero del 2001 con un pH de 5,72, los tratamientos variaron de 0,5 a 7,0 TM/ha, incluido un testigo absoluto.

**RENGIFO (2003)**; en un trabajo sobre efecto del encalado en un ultisol en la Provincia de Lamas en el rendimiento del maíz amarillo duro *Zea maíz L.* var. INIA 602 y soya – *Glycine max* M. Concluye que encontró variaciones no significativas en los contenidos de materia orgánica del suelo sin relación con las dosis de cal aplicadas. El pH del suelo se elevó significativamente en relación directa a las dosis de cal aplicadas, tendiendo a disminuir después de las cosechas de maíz y soya. Se evaluaron 09 tratamientos de enmienda Calcio Magnésica, denominado comercialmente Magnecal (77% de  $\text{CaCO}_3$  y 19%  $\text{MgCO}_3$ ), producido por la empresa Cementos Selva S.A. de Rioja, Departamento de San Martín, siendo la evaluación de estos en Julio 2001 – Mayo 2002 con un pH de 5, los tratamientos variaron de 0,5 a 4,0 TM/ha.

**GARCÍA (2004)**; estudio realizado en condiciones de Alto Mayo dosis de enmienda de calcio y magnesica y niveles de abonamiento en el rendimiento de café - *Coffea arabica L.* concluye que se puede inferir que la aplicación de la enmienda incrementa el valor del pH, el  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$ ,

como respuesta al abonamiento con mayores dosis de enmienda presentando efecto residual del producto, que será aprovechando en posteriores campañas se evaluaron 8 tratamientos de enmienda calcio magnesica. Siendo la evaluación de estos en Septiembre 2000 - Julio 2001 con un pH de 4,10.

### 3.3. DEL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)

**MACBRIDE (1951);** informa que el *Plukenetia volubilis* fue descrito por LINNEO en 1753 pertenece a la familia Euphorbiaceae. El Sacha Inchi, es una planta voluble, semileñosa, trepadora, ampliamente distribuida en el trópico latinoamericano, desde el sur de México, Indias occidentales, la Amazonía y el Acre (Bolivia).

En Perú, se le ha encontrado en Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, Cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana, Requena); alrededores de Iquitos y Caballococha. El autor también menciona que crece desde los 100 hasta 1500 m.s.n.m.

En San Martín se le encuentra a todo lo largo de la Cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto y, Bajo Mayo, Sub Cuenca del Cumbaza y en áreas del sector Lamas – Shanusi.

#### 3.3.1 Características botánicas del Sacha Inchi en suelo

**VALLES (1992);** menciona que una planta voluble semileñosa y perenne que alcanza una altura de 2 m aproximadamente; sus hojas



son alternas, acorazonadas, puntiagudas de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, con pecíolos de 2-6 cm de largo; las nervaduras nacen en la base de la hoja, orientándose la nervadura central hacia el ápice. Por lo general los bordes son dentados.

**ARÉVALO (1996);** indica que en la base de la hoja, mayormente justo al inicio del pedúnculo, muchas presentan una estipula. Las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos. En la base del racimo y lateralmente, se encuentran una a dos flores femeninas. Los frutos son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro, dehiscentes, de color verde que cuando maduran se ponen de un color marrón negruzco. *Usualmente están formados por cuatro cápsulas, algunos frutos presentan de cinco a siete cápsulas.* Dentro de las cápsulas se encuentran las semillas de color marrón-oscuro, con nervaduras notorias, ovales de 1,5 a 2 cm. de diámetro y de 48 a 100 g de peso, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia los bordes, con un hileum bien diferenciado. Al abrirlas encontramos los cotiledones a manera de almendras y cubiertos de una película blanquecina. En condiciones de medio ambiente y al aire libre, la semilla se conserva por más de un año.

### 3.3.2 Clima y suelos

**MANCO (2004);** indica que es una planta hermafrodita, requiere disponibilidad suficiente de agua para tener una germinación y crecimiento sostenido, se inicia aproximadamente a dos semanas de realizada la siembra, se cultiva en zonas desde 100 m.s.n.m. en la Selva Baja a 2040 m.s.n.m. en Selva Alta, requiere agua permanente y abundante luz para la fotosíntesis, en sombra intensa disminuye la floración. A humedad relativa de 78%, temperatura de 26° C. las plantas están libres de las enfermedades. Crecimiento vegetativo y fructificación continúa durante todo el año. En verano el número de cápsulas se incrementa y baja en invierno.

**ARÉVALO (1996);** menciona que el Sacha Inchi se adapta a diferentes tipos de suelo, su rusticidad permite crecer en suelos de alta concentración de aluminio (ácidos franco arenosos), prospera en "Shapumbales" (*Pteridium aquilinum*) secos y húmedos y en "Cashucshales" (*Imperata brasiliensis*). En los Shapumbales de habana y calzada en el alto mayo existen siembras comerciales y experimentales con más de cinco años y en producción, por su agresividad, constituye un problema serio en platanales, frutales, plantaciones, permanentes: razón por la que se considera como maleza y por tanto eliminada inclusive con herbicidas sistémicos erradicantes.

### 3.3.3 Características agronómicas del Sacha Inchi

**AREVALO (1996)**; sostiene que el Sacha Inchi produce un fruto tetralobular con una semilla en cada lóbulo. La semilla tiene cotiledones blancos con una cubierta dura. Siembras experimentales indican que es mejor usar tutores de *Eritrina verte ruana* prefiriendo ramas maduras de 1.5 m. de largo, 5 cm. de grosor. El sistema de siembra óptimo es el cuadrado de 3 m. x 2.5 m. los tutores se entierran hasta 20 a 30 cm.

El mismo autor, menciona que durante el crecimiento del tutor es conveniente favorecer la formación de ramas laterales de este. En siembra directa se coloca una semilla/hoyo a 5 cm. de profundidad; a raíz desnuda se entierran a 10 cm. dejando el cuello de la plántula a 3 cm. debajo de la superficie del suelo en ambos casos el distanciamiento entre el tutor debe ser de 15 cm. La germinación es epígea, se inicia a dos semanas de la siembra, siempre que exista suficiente humedad; una semana después aparecen las hojas verdaderas, el tallo guía; tiempo adecuado para el trasplante.

Durante el periodo vegetativo, es necesario promover la fructificación en la copa del tutor, las ramas de la parte mas baja de la copa y menores se eliminan; por otro lado, es necesario evitar que el tutor no sobrepase los dos metros de altura. La floración se inicia a los tres meses de la germinación o trasplante. La fructificación comienza a los cuatro meses, la maduración y cosecha a partir de

los ocho meses, la cosecha se estabiliza y es comercial a los 12 meses. En el mantenimiento del cultivo se realiza un promedio de cinco deshierbo en los primeros cinco meses. Prácticas de plateado y a 50 cm. del tutor son suficientes y económicos. El Sacha Inchi es una planta agronómicamente rustica crece en suelos ácidos con alta concentración de aluminio.

### **Usos y valores nutritivos**

El Sacha Inchi es cotizado, en la población nativa y mestiza de las áreas rurales de San Martín. La semilla actualmente se consume tostada, cocida con sal, ó molidos y mezclados con harina de maíz ó aji (*Capsicum spp.*).

En algunos lugares se obtiene, aceites en forma artesanal para la alimentación y combustible de iluminación. Análisis químicos realizados por (D. C. HAZEN Y. ATOEWSAND, de la Universidad de CORNELL – USA, 1994), con equipos e Instrumental moderno hasta comienzos de 1992, datos no publicados, mostraron que el Sacha Inchi fue aproximadamente el mismo que para las otras semillas con alto contenido de proteínas encontrados en la Región Andina. Los aminoácidos en algunos aspectos son mejores que el de las otras semillas proteicas. Los niveles de leusina y lisina son mas bajos que los de la proteína de la soya, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína de maní, de algodón o del girasol. Los aminoácidos azufrados (metionina + cistina), tirosina treonina y triptófono, están

presente en cantidades mas elevadas que en otras especies de alto contenido de proteínas como lo demuestra en el Cuadro N° 01.

**Cuadro N° 01: Aminoácidos de la proteína de Sacha Inchi comparado con otras especies proteicas. Valores para soya, maní, algodón y girasol.**

AMINOÁCIDOS	SACHA INCHI	SOYA	MANI	ALGODÓN	GIRASOL
<b>PROTEINAS TOTAL %</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>24</b>
<b>Miligramos /gramo de proteína</b>					
<b>Esenciales</b>					
Histidina	2,6	2,5	2,4	2,7	2,3
Isoleucina	5,0	4,5	3,4	3,3	4,3
Leucina	6,4	7,8	6,4	5,9	6,4
Lisina	4,3	5,4	3,5	4,4	3,6
Metionina	1,2	1,3	1,2	1,3	1,5
Cisteina	2,5	1,3	1,3	1,6	1,5
Metionina + Cisteina	3,7	2,6	2,5	2,9	3,4
Fenilalanina	2,4	4,9	5,0	5,2	4,5
Tirosina	5,5	3,1	3,9	2,9	1,9
Fenilalanina+ Tirosina	7,9	8,0	8,9	8,1	5,4
Treonina	4,3	3,9	2,6	3,3	3,7
Triptófano	2,9	1,3	1,0	1,3	1,4
Valina	4,0	4,8	4,2	4,6	5,1
<b>No Esenciales</b>					
Alanina	3,6	4,3	3,9	4,1	4,2
Arginina	5,5	7,2	11,2	11,2	8,0
Asparagina	11	11,7	11,4	9,4	9,3
Glutamina	13,3	18,7	18,3	20	21,8
Glicina	11,8	4,2	5,6	4,2	5,4
Prolina	4,8	5,5	4,4	3,8	4,5
Serina	6,4	5,1	4,8	4,4	4,3
TEAA (1)	41,1	41,8	34,9	36,5	36,6
TAA (2)	97,6	98,5	94,5	93,6	94,1
TEAA como % de TAA	42	42	37	39	39

FUENTE: Guerrero C. Rosa A. (1994).



**Cuadro N° 02: Ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi comparado con otras especies. Los valores de la soya, maní, algodón, y girasol.**

ACIDO GRASO	SACHA INCHI %	SOYA %	MANI %	ALGODÓN %	GIRASOL %
<b>ACEITE TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>19</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>48</b>
<b>Saturados</b>					
C14:0 Mirístico	0	0	0	0	0
C16:0 Palmítico	4.5	10.5	12	18.7	7.5
C18:0 Esteárico	3.2	3.2	2.2	2.4	5.3
<b>Insaturados</b>					
C16:0 Palmitoleico	0	0	0.3	0.6	0
C18:0 Oleico	9.6	22.3	41.3	18.7	29.3
C18:2 Linoleico	36.8	54.5	36.8	57.5	57.9
C18:3 Linolenico	45.2	8.3	0	0.5	0
C20:0 Gadoleico	0	0	1.1	0	0

FUENTE: Guerrero C. Rosa A. (1994).

De acuerdo al Cuadro N° 02 el contenido de los ácidos grasos de Sacha Inchi fue previamente reportado por Hazen y Stoesand 1980, aunque no publicado. El Sacha Inchi resulta el más alto en contenido de aceite entre las semillas aceiteras.

## IV. MATERIALES Y MÉTODO

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en terrenos de la Empresa Tabacalera del Oriente SAC.; Propietaria de fundo “Maronilla” - Sector Maronilla, distrito de Morales Km. 8 de la carretera Fernando Belaúnde Terry – Zona Norte. Con una duración de 13 meses de investigación.

##### a. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	:	6° 27'
Longitud Oeste	:	76° 25'
Altitud	:	576 m.s.n.m.

##### b. Ubicación Política

Sector	:	Maronilla
Distrito	:	Morales
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín

#### 4.1.2. Historia del campo experimental

En el área donde se realizó el experimento, tiene los siguientes antecedentes:

1996            Purma secundario.

- 1997 Cultivo de yuca - *Manihotesculenta esculenta*.
- 1998 - 2003 Pasto Braquiaria.
- 2004 Malezas gramíneas. "Shapumbales" - *Pteridium aquilinum* y Cashucshal - *Imperata brasiliensis*.
- 2005 Instalación del experimento (tesis).
- 2006 Culminación del experimento (tesis).

Con una pendiente topográfica de 11°, 24% expresado al 100 % ligeramente ondulada.

#### 4.1.3. Condiciones climáticas

Según Holdridge (1987) la clasificación de zonas de vida, el área pertenece a un Bosque seco tropical (bs-t) con una temperatura media anual de 26° C. Durante este periodo las condiciones climáticas referidas a temperaturas y precipitaciones proporcionadas por el SENAMHI, Oficina de Tarapoto, se indican en el Cuadro N° 03.

**Cuadro N° 03: Datos Meteorológicos correspondiente a los meses del  
Experimento Julio 2005 – Julio 2006.**

MESES	T° MEDIA PROM. MENS. °C			H. R. (%)	Precipitación. (mm)
	Max.	Med.	Min.		
<b>2005</b>					
JULIO	32,1	25,5	18,7	77	54,0
AGOSTO	34	26,9	19,1	72	22,4
SETIEMBRE	34,2	27,2	20,1	72	57,9
OCTUBRE	33,3	26,8	21,1	79	140,5
NOVIEMBRE	32,8	27,1	21,4	79	209,2
DICIEMBRE	33	24,6	24,4	79,5	143,4
<b>2006</b>					
ENERO	33,2	22	27,3	80	77,6
FEBRERO	32,4	21,5	26,6	82	137,1
MARZO	32,5	21,9	26,7	85	73,1
ABRIL	31,9	21,7	26,3	82	158,6
MAYO	32,1	20	25,8	77	61,8
JUNIO	32,7	20,6	26,1	79	62,3
JULIO	33	19,6	26	78	98,8
<b>Σ</b>	<b>427,2</b>	<b>305,4</b>	<b>309,6</b>	<b>1021,5</b>	<b>1296,7</b>
<b>X</b>	<b>32,86</b>	<b>23,49</b>	<b>23,82</b>	<b>78,58</b>	<b>99,75</b>

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) 2005-2006.

## 4.2. Metodología

### 4.2.1. Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se empleó el diseño de Bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

**Cuadro N° 04: Tratamiento en estudio.**

Tratamientos	Descripción
T <sub>1</sub>	123,43 Kg. /ha. Magnecal.
T <sub>2</sub>	185,15 Kg. /ha. Magnecal.
T <sub>3</sub>	246,86 Kg. /ha. Magnecal.
T <sub>4</sub>	0 kg. Magnecal (testigo)

### 4.2.2. Características del campo experimental

**Del experimento:**

Largo	:	96,0 m
Ancho	:	54,0 m
Área	:	5184,0 m <sup>2</sup>
Bloques	:	03
Unidades Experimentales	:	12

**Bloque**

Largo	:	96,0 m
Ancho	:	21,0 m
Área del bloque	:	1728,0 m <sup>2</sup>



Separación entre bloques : 3,0 m

**Unidad parcela experimental**

Largo : 21,0 m

Ancho : 15,0 m

Área : 315,0 m<sup>2</sup>

**4.2.3. Conducción del experimento**

**a. Muestreo y análisis de suelo**

Al iniciar el trabajo de investigación, se realizó un muestreo de suelos a una profundidad de 20 cm., para analizar las características físicas y químicas iniciales; el cual se muestra en el Cuadro N° 05.

**Cuadro 05: Resultados de Análisis físico-químico del suelo (Antes del establecimiento de plántulas).**

Muestra	Resultados		Interpretación	Método
	Unidades	K/ha.		
Arena (%)	61,80	1854 000	Textura Franco Arenoso	Hidrómetro de Boyoucos
Arcilla (%)	8,80	264 000		
Limo (%)	29,40	882 000		
Densidad Aparente (gr/cc)	1,5		Relación M/V	Volumen/peso
Cond. Eléc mmhos/cm <sup>2</sup>	0,27		Bajo	Conductímetro
pH	5,17		Fuertemente Ácido	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	1,28	38 400	Bajo	Walkley y Black
P Disponible (ppm)	48,0	144	Alto	Ácido Ascórbico
K Intercambiable (meq/100g)	0,17	199	Bajo	Tetra. Borato
Ca (meq/100g)	2,9	1740	Bajo	Titulación EDTA
Mg (meq/100g)	0,6	216	Bajo	Titulación EDTA
N (%)	0,0575	48	Bajo	Cálculos
Al (meq/100g)	1,40	1 134		Cloruro de Potasio
Saturación de aluminio (%)	27,60		Bajo	Cálculos
CIC (meq/100g)	5,07		Medio	Σ Bases
%Sat. B	63,4		Alto	Diferencia

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (2005).

#### **b. Construcción del vivero**

Se construyó 01 tinglado con área de 12 m<sup>2</sup> para 600 plantones con material de la zona, ubicados cerca al campo experimental definitivo.

**c. Preparación del sustrato**

Para la preparación del sustrato se mezcló una parte de tierra negra, tres de materia orgánica, y uno de arena, para dar las condiciones físicas y químicas del suelo.

**d. Desinfección de sustrato**

Con la finalidad de controlar huevos y estados adultos de nematodos que causan la enfermedad conocida como nudo de la raíz a nivel de plántula, se aplicó 1 250 gr. de Carbofuran en 8,5 carretillas de sustrato.

**e. Semilla utilizada**

Las semillas utilizadas procedieron del Distrito de Shanao Provincia de Lamas.

**f. Tratamiento de la semilla de Sacha Inchi.**

Para prevenir ataque de hongos que causan la enfermedad conocida como chupadera se aplicó previo remojo de la semilla para 2 kilos, 20 gr. de Tiofanate metil + tiram.

**g. Llenado de las bolsas y siembra de semillas.**

Se realizó el llenado de las bolsas almacigueras de 20 x 10 cm., cuyo peso de bolsa llena era de 2 kg. Con el sustrato previamente preparado, luego se procedió a la siembra de las semillas (una semilla por bolsa) con fecha 10 – 07 - 05, colocándolos bajo la sombra del vivero.

**h. Preparación del terreno definitivo**

Se inició con la limpieza de malezas mediante un macheteo, siguiendo el diseño de distanciamiento, se removió el suelo en forma localizada a una profundidad de 40 x 30 x 30 cm. para ello se utilizó palas derecha y rastrillos. El "Mulch" se colocó entre las hileras.

**i. Demarcación del campo experimental**

Se realizó el trazado y la demarcación del campo, de acuerdo al diseño experimental el 01 de Julio del 2 005, utilizando Wincha, martillo, machete y materiales como estacas.

**j. Instalación de espalderas**

Se realizó teniendo la densidad 3m. X 3m. (1111 postes/ha), utilizando postes de 2,25 metros de largo. Consecuentemente el templado del alambre, en el extremo superior de los tutores

**k. Aplicación de enmienda**

Labor realizada 20 días antes de la siembra, el día 20 de julio del 2005; consistió en incorporar la caliza dolomita (Magnecal) en dosis de acuerdo a los tratamientos establecidos, previo cálculo de las cantidades. Se incorporó pasando rastrillo para homogenizar cada uno de los tratamientos.

### ***l. Transplante de plántones***

El transplante se realizó a campo definitivo el 09 de Agosto del 2005; orientando las hileras de Este a Oeste para una mejor luminosidad, con una densidad de 48 plántones por repetición en forma rectangular a distanciamientos de 3 x 3 (1 111 plantas/ha).

Los plántones se colocaron sacando las bolsas sin malograr el pan de tierra en un hoyo de 40 cm de profundidad, se rellenó con la tierra previamente mezclado con los tratamientos.

### ***m. Resiembra***

Labor efectuada en forma constante, debido a la muerte causada por ataque de insectos grillo - *Gryllidae sp.* Y hormiga indanero - *Ariera sp.*

### ***n. Control de malezas***

En forma manual se realizó cuatro deshierbo cada 3 meses, el primer deshierbo coincidió con la fase de crecimiento el segundo tercero y cuarto con la fase de inicio de floración y fructificación.

Las principales malezas 50% cada una fueron: Cashucsha - *Imperata brasiliensis* y Shapumba - *Pteridium aquilinum*.

**o. Control fitosanitario**

Se realizó 2 aplicaciones preventivas al inicio del establecimiento de la plantación con insecticida a base de Dimetoato la principal plaga fue el grillo – *Gryllidae sp.*

**p. Podas**

Inicialmente se hizo poda de formación a los 30 días de transplante, consistió en cortar las ramas laterales de la parte baja de la planta, para inducir su crecimiento de la guía principal, que se ha despuntado cuando alcanzó la línea de alambre tutor. Luego se realizó la poda de fructificación que consistió en el despunte de ramas secundarias para promover el brote de ramas conocidas como fruteras.

**q. Cosecha**

Esta labor se inició a los 7 meses después del transplante a campo definitivo, recolectando los frutos de color marrón oscuro o negro cenizo en forma manual, previa evaluación cada dos semanas a partir del 23 – 02 - 06, durante la evaluación se realizó un total de 9 cosechas en 4.5 meses.

**r. Trillado o descapsulado**

Para poder descapsular utilizando una descapsuladora mecánica del Fundo Miraflores de la U.N.S.M. se realizó un secado en forma natural exponiendo al sol después de cada cosecha. Luego las semillas obtenidas se procedieron a su evaluación.



#### **4.2.4. Parámetros evaluados**

##### **a. Porcentaje de emergencia en vivero**

Se realizó la evaluación del porcentaje de emergencia de semillas en las bolsas almacigueras, es decir, cuando los cotiledones han emergido después de 12 días, con fecha 21 – 07 - 05.

##### **b. Porcentaje de prendimiento en campo definitivo**

Este parámetro se evaluó contando el número de plantas que prosperaron y mostraban prendimiento después de 10 días de la siembra, recalzando las fallas por ataque de insectos.

##### **c. Altura de plantas**

Este parámetro se evaluó midiendo cada 2 semanas el eje principal hasta que alcanzó el alambre tutor, utilizando una regla graduada en centímetros. (Cuadro N° 06 y Gráfico N° 01).

##### **d. Días a la floración**

Se anotó la fecha cuando se observó la diferenciación de flores masculinas, en 06 plantas de cada tratamiento contando el número de flores de cada planta por repetición (Cuadro N° 07 y Gráfico N° 02).

**e. Número de cápsulas cosechadas por planta**

Este parámetro se evaluó después de cada cosecha que se realizó cada 2 semanas, realizando un total de 9 cosechas en un periodo de tiempo de 4.5 meses; se contó los números de frutos cosechados por planta y por cada repetición, después se promedió, obteniendo un resultado por tratamiento. (Cuadro N° 08 y Gráfico N° 03).

**f. Peso de 100 semillas**

Este parámetro se evaluó tomando al azar 100 semillas del lote de cada tratamiento y se procedió a pesar utilizando balanza analítica (Cuadro N° 09 y Gráfico N° 04).

**g. Rendimiento de cada tratamiento (Kg.)**

Se pesó rendimiento promedio de cápsulas de cada tratamiento. (Cuadro N° 10, Gráfico N° 05); así mismo se pesó rendimiento promedio de semillas (Cuadro N° 11, Gráfico N° 07).

**h. Rendimiento en Kilos por hectárea**

Se determinó en base al total de los resultados de rendimiento, luego de promediar cada tratamiento para luego presentarlo en Kg./Ha las cápsulas y las semillas respectivamente (Gráfico N° 06); rendimiento semillas (Gráfico N° 08).

**i. Análisis económico.**

Se realizó los costos de producción, ajustado a cada uno de los tratamientos del presente experimento y proyectado a una hectárea, estableciéndose la relación beneficio costo del primer y segundo año de producción. (Cuadro N° 12).



## V. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos por cada variable evaluado; con la prueba del ANVA y la de DUNCAN al 95% de nivel de significación.

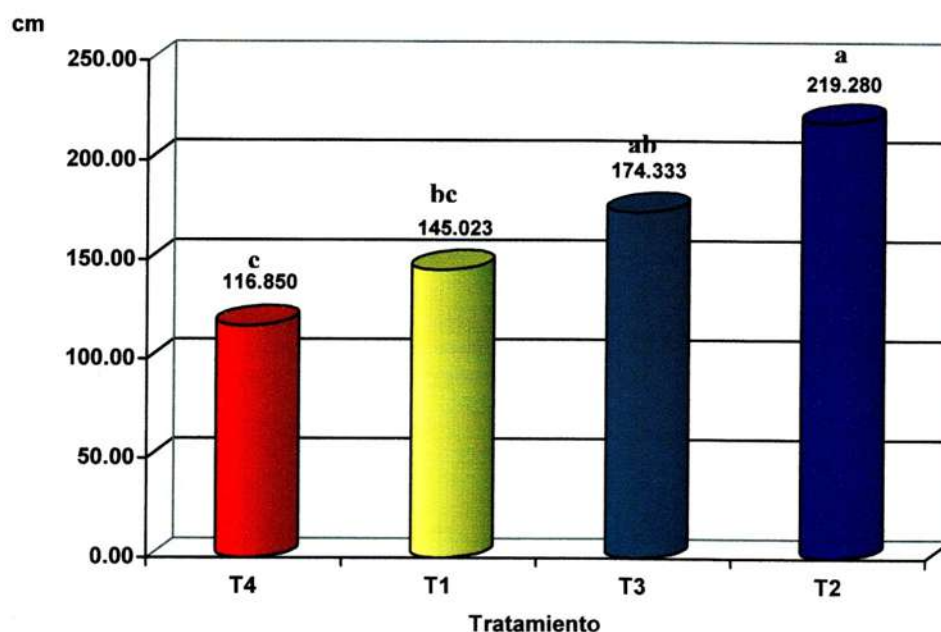
### 5.1. Altura en plantas

**Cuadro N° 06: Análisis de varianza para alturas en plantas**

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signif.
Bloque	2	1280,943	640,471	0,915	*
Tratamiento	3	17237,480	5745,827	8,211	**
Error	6	4198,881	699,814		
Total	11	22717,304			

$$R^2 = 98,80 \% \quad C.V. = 5,10\% \quad \bar{X} = 518,3775 \quad Sx = 26,45$$

**Gráfico 01: Análisis de la prueba de Duncan para alturas en plantas**



## 5.2. Días a la floración

**Cuadro N° 07: Análisis de varianza para días a la floración en plantas**

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signif.
Bloque	2	13,500	6,750	6,231	*
Tratamiento	3	225,000	75,000	69,231	**
Error	6	6,500	1,083		
Total	11	245,000			

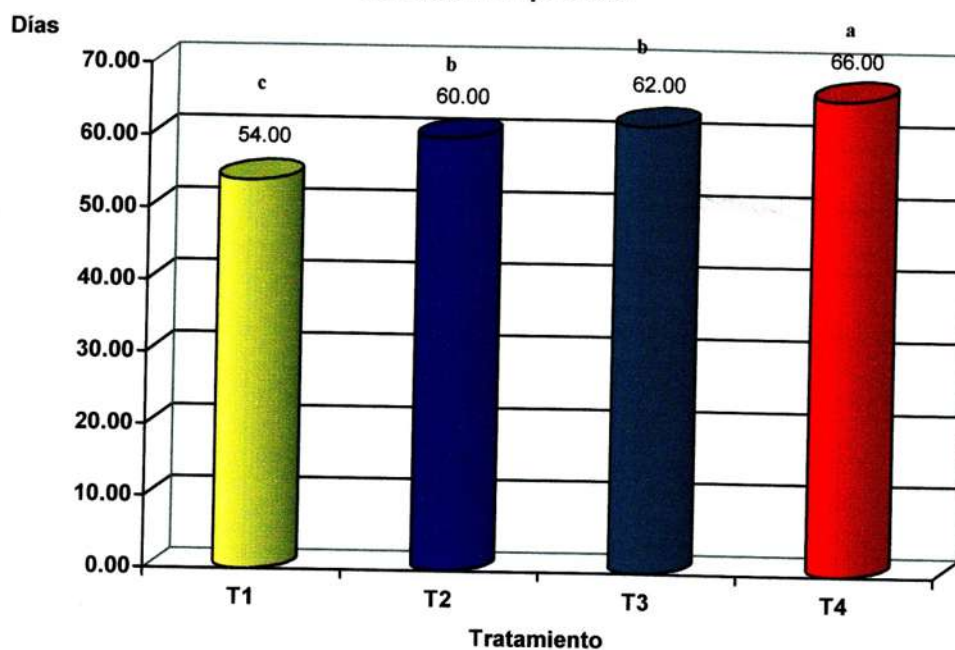
$$R^2 = 97,3\%$$

$$C.V. = 1,72\%$$

$$\bar{X} = 60,5$$

$$S_x = 1,04$$

**Gráfico 02: Análisis de la prueba de Duncan para días a la floración en plantas**



### 5.3. Número en cápsulas por planta

**Cuadro N° 08: Análisis de varianza para números en cápsulas por planta**

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c	Signif.
Bloque	2	561,850	280,925	5,263	*
Tratamiento	3	18720,346	6240,115	116,917	**
Error	6	320,234	53,372		
Total corregida	11	19602,430			

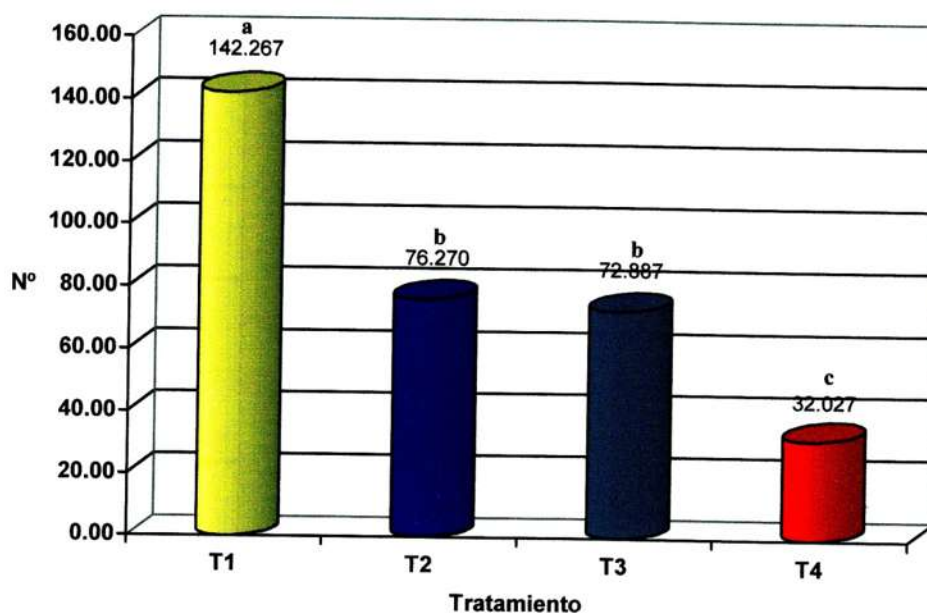
$$R^2 = 98,4\%$$

$$C. V. = 9,04\%$$

$$\bar{X} = 80,86$$

$$Sx = 7,31$$

**Gráfico 03: Análisis de la prueba de Duncan para números en cápsulas por planta**





#### 5.4. Peso de 100 semillas

**Cuadro N° 09: Análisis de varianza para el peso de 100 semillas (gramos).**

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c	Signif.
Bloque	2	40,500	20,250	34,714	**
Tratamiento	3	24,000	8,000	13,714	*
Error	6	3,500	0,583		
Total corregida	11	68,000			

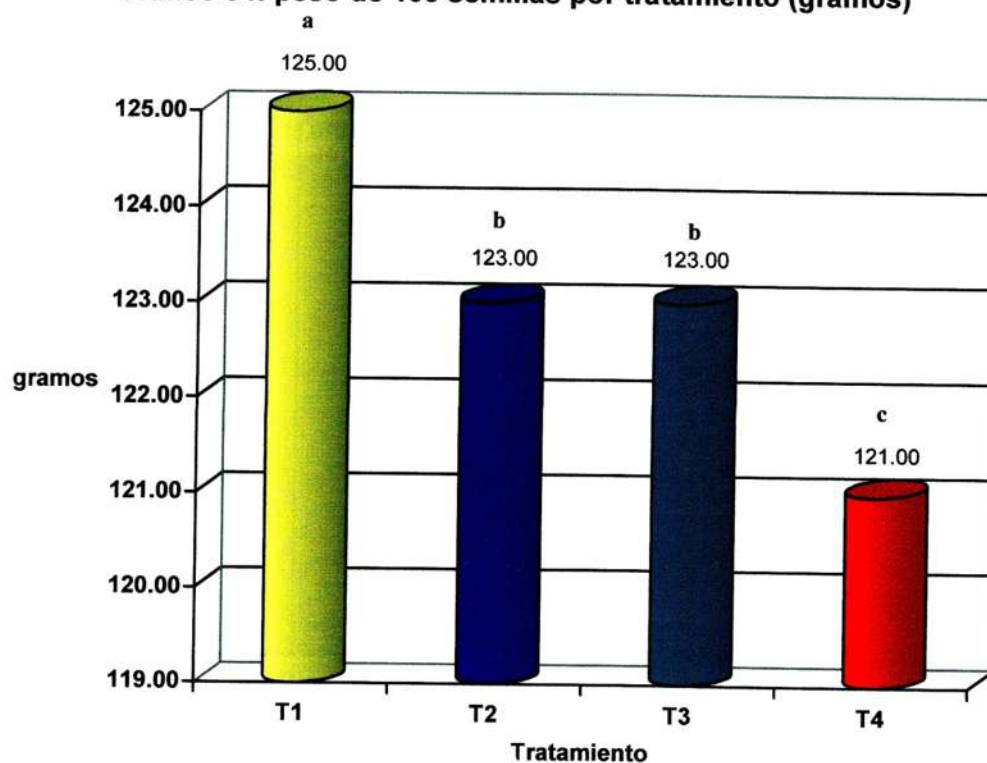
$$R^2 = 94,9\%$$

$$C. V. = 0,62\%$$

$$\bar{X} = 123,00$$

$$S_x = 0,76$$

**Gráfico 04: peso de 100 semillas por tratamiento (gramos)**



## 5.5. Rendimiento en cápsulas y semillas

### 5.5.1. Rendimiento en cápsulas

**Cuadro N° 10: Análisis de varianza para rendimiento en cápsulas**

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signif.
Bloque	2	150625,478	75312,739	44,094	**
Tratamiento	3	716200,980	238733,660	139,774	**
Error	6	10247,965	1707,994		
Total	11	877074,423			

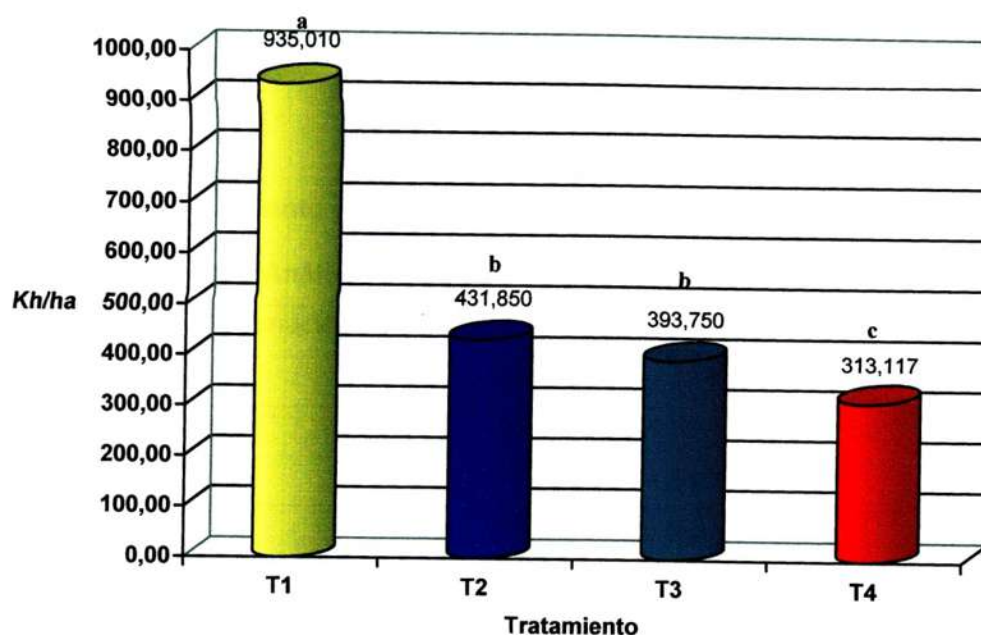
$$R^2 = 98,8\%$$

$$C.V. = 7,97\%$$

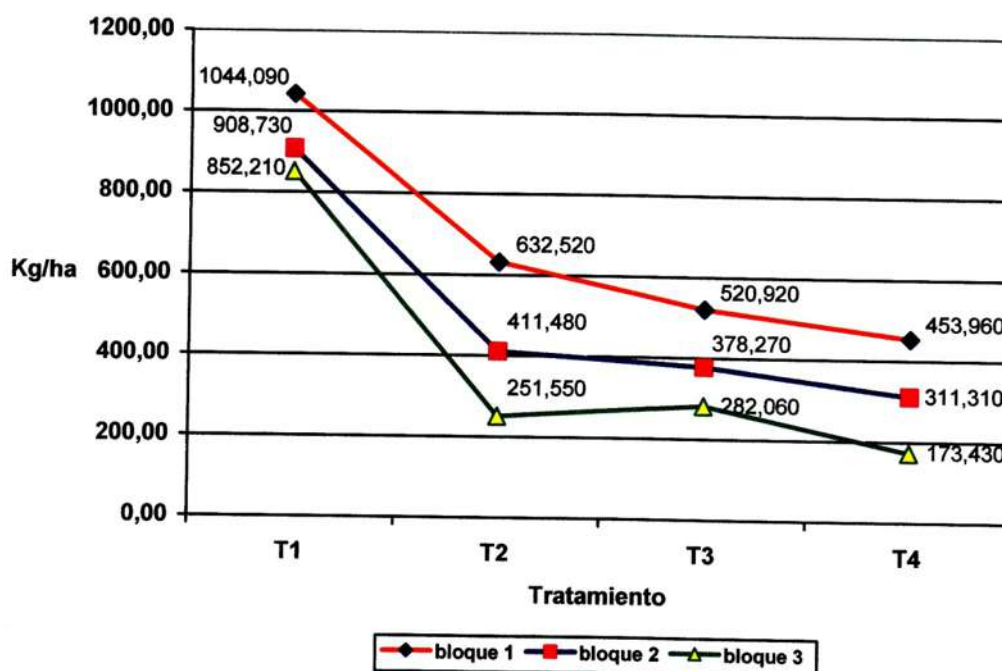
$$\bar{X} = 518,3775$$

$$S_x = 41,33$$

**Gráfico 05: Análisis de la prueba de Duncan para rendimiento en cápsulas**



**Gráfico 06: Tendencia de rendimiento en cápsulas por bloque**



### 5.5.2. Rendimiento en semillas

**Cuadro N° 11: Análisis de varianza para rendimiento en semillas**

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	Signif.
Bloque	2	22976,456	11488,228	13,811	**
Tratamiento	3	124812,195	41604,065	50,015	**
Error	6	4991,008	831,835		
Total	11	152779,659			

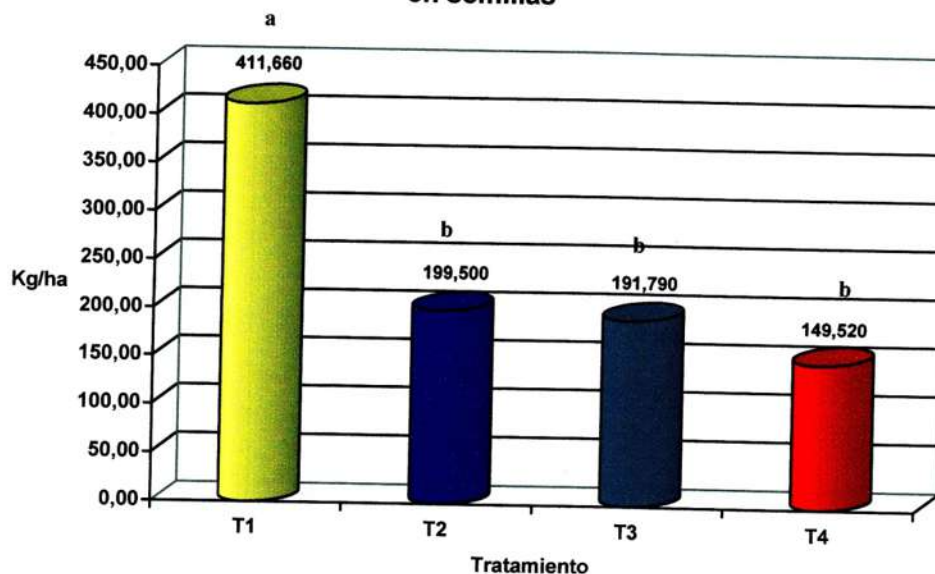
$$R^2 = 96,7\%$$

$$C.V. = 12,11\%$$

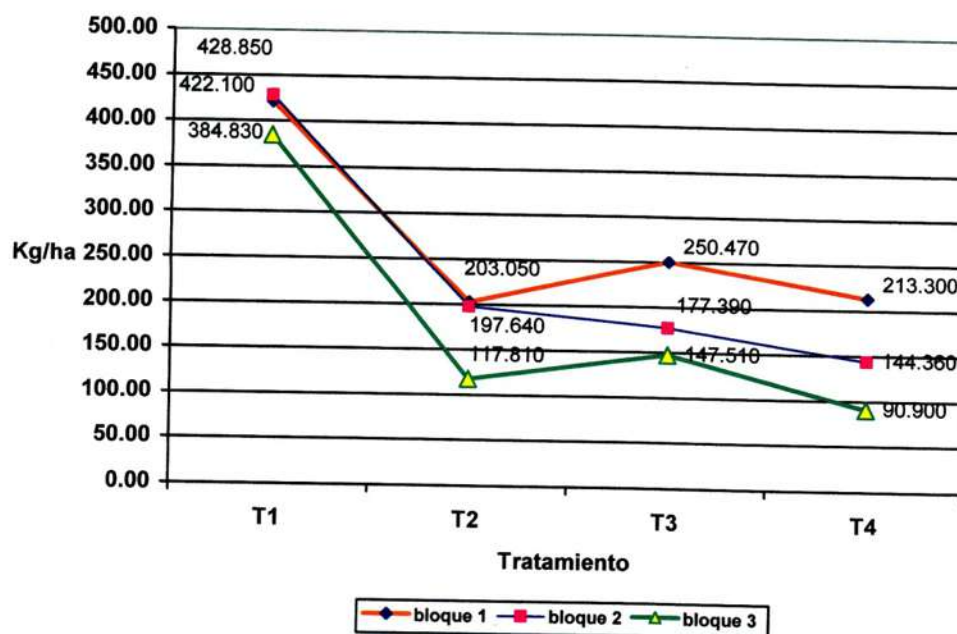
$$\bar{X} = 238,1175$$

$$S_x = 28,84$$

**Gráfico 07: Análisis de la prueba Duncan para rendimiento en semillas**



**Gráfico 08: Tendencia de rendimiento en semillas por bloque**



## 5.6. Análisis económico

**Cuadro N° 12: Análisis económico de los tratamientos**

Tratam.	Rend.	Precio	C. Prod.	B. Bruto	B. Neto	b / c
T <sub>1</sub>	411,66	2,20	7887,31	905,65	-6981,66	0,11
T <sub>2</sub>	199,55	2,20	7720,69	439,01	-7281,68	0,06
T <sub>3</sub>	191,79	2,20	7826,64	421,94	-7404,70	0,05
T <sub>4</sub>	149,52	2,20	7585,38	328,94	-7256,44	0,04



## VI. DISCUSIÓN



### 6.1. Altura en plantas

El resultado del análisis de la varianza (ANVA) mostrado en el Cuadro N° 06, indica que el efecto de los tratamientos es altamente significativa ( $\alpha = 0,05\%$ ), por tanto, existen diferencias significativas entre el promedio de los tratamientos.

Los resultados obtenidos, según la Prueba de DUNCAN (Gráfico N° 01) nos indica, que el promedio del  $T_2$  es estadísticamente diferente a los promedios de los  $T_1$  y  $T_4$ , sin diferenciarse con el promedio del  $T_3$ . Los resultados obtenidos, muestra que no existe una secuencia lógica en el crecimiento de planta con los niveles estudiados, se esperaba que a mayores niveles existiera mayor altura de planta; esto es posiblemente al requerimiento de calcio y magnesio para el crecimiento del eje principal de la planta.

La mayor altura (219,80 centímetros por tratamiento) obtenemos del  $T_2$  con el nivel 185,5 Kg/ha de Magnecal, nos estaría indicando que es el óptimo agronómico requerido por la planta, para este trabajo no es necesario de niveles más altos para un mayor crecimiento, si bien es cierto las plantas requieren de calcio para la formación de paredes celulares y magnesio para una mejor y eficiente reacción fotosintética, niveles altos de calcio y magnesio tienen efecto antagónico con el elemento potasio y entre si obstaculizando el mayor crecimiento de plantas, tal como muestra el



resultado obtenido con el nivel 246.86 Kg./ha. Indica Pezo (2 002), Rengifo (2 003).

Así mismo, se asume que la falta adecuada de agua de los meses Julio, Agosto y Septiembre (SENAMHI), pudo limitar el crecimiento de las plantas, con la no estimulación, la adsorción de magnecal en los diferentes niveles de los tratamientos, a pesar de estar cerca de su tolerancia máxima con relación a su adaptación, se observó crecimientos variables del cultivo y no coincidiendo con los rendimientos en la producción.

## 6.2. Días a la floración

Los resultados del análisis de la varianza (ANVA) mostrado en el Cuadro N° 07 indican, que el efecto de los tratamientos en este parámetro es altamente significativo. Según la prueba de DUNCAN (Gráfico N° 02) se observa que el efecto en promedio del  $T_1$  es estadísticamente diferente al efecto de los  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ . Mientras el efecto de los  $T_2$  y  $T_3$  son estadísticamente iguales.

Estos resultados muestran que el menor tiempo en días a la floración (54 días/tratamiento) se obtuvieron con el  $T_1$  123,43 Kg. de magnecal por hectárea, observando mayor con el testigo, el comportamiento de proporcionalidad directa de los niveles estudiados con los días a la floración, nos estaría indicando que se ve influenciado por niveles menores de fuentes de calcio y magnesio (*Magnecal*) en suelo fuertemente ácido, contribuyendo a una eficiencia fotosintética de la planta; lo contrario ocurre cuando se incrementa los niveles, que contribuyeron a mayores días a la floración,

estaría indicando, que posiblemente exista antagonismo con niveles altos de fuentes de calcio y magnesio con otros elementos, trayendo como resultado la formación de compuestos insolubles no asimilables del elemento calcio con el fósforo y microelementos principalmente, como el fierro, zinc y boro. Además, estaría indicando que en suelos fuertemente ácidos con pH de 5,17 para una buena producción de flores en sachá ínchi es necesario calcio y magnesio en niveles bajos.

Es posible que se haya producido un sinergismo de los factores climáticos en el desarrollo de las plantas, debido a la escasa precipitación de los primeros meses, en las cuales no hayan influenciado con sus características genotípicas y fenotípicas del biotipo.

### 6.3. Número en cápsulas por planta

Este parámetro como en los anteriores el ANVA (Cuadro N° 08) indica que existe diferencias significativas (altamente significativa) entre el efecto de los tratamientos. La prueba de DUNCAN (Gráfico N° 03) muestra que el efecto (en promedio) del  $T_1$  es estadísticamente diferente a los efectos de los  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ , mientras el efecto de los  $T_2$  y  $T_3$  es estadísticamente igual.

Estos resultados de Duncan (Gráfico N° 03), muestra que el  $T_1$  obtuvo mayor número de cápsula por planta. Asimismo nos muestra que disminuye la producción de cápsulas a medida que aumentan los niveles, esto nos indica que es el óptimo agronómico, no necesita de niveles más altos para una mayor producción de capsulas; tanto el calcio como el magnesio han

contribuido a la formación de paredes celulares y mejor actividad fotosintética, sin afectar la disponibilidad de los demás nutrientes; lo contrario ocurrió con el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> que contribuyeron a la fijación de los elementos fósforo y potasio y posiblemente microelementos como hierro, zinc y boro que son indispensables en la formación de frutos.

El menor número de cápsulas por planta con el T<sub>4</sub>, nos indica que la planta de sachá inchi requiere de fuentes de calcio y magnesio (magnecal) en niveles bajos para la producción de cápsulas, así mismo podemos inferir que para la disponibilidad de nutrientes en un suelo fuertemente ácido se requiere de 111,1 gr. de magnecal por planta.

#### 6.4. Peso de 100 semillas

El ANVA, en este parámetro (Cuadro N° 09) indica que el efecto de los tratamientos es altamente significativa, es decir existen diferencias estadísticas entre el efecto de los tratamientos. La prueba de DUNCAN (Gráfico N° 04) muestra que el efecto (en promedio) del T<sub>1</sub> es diferente estadísticamente a los T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> mientras el efecto de los T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son estadísticamente iguales.

Estos resultados nos estarían indicando, a pesar que son estadísticamente diferentes los niveles estudiados no han influenciado para un mayor peso de semilla por unidad en el mismo Biotipo. (Gráfico N° 04).

## 6.5. Rendimiento en cápsula y semilla

### 6.5.1. Rendimiento en cápsulas

Los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de cápsulas en Kg. por hectárea (Cuadro N° 10), muestran que el efecto de los niveles de magnecal es altamente significativa para tratamientos y bloques. Los resultados de la prueba de DUNCAN (Gráfico N° 05), señalan, que el efecto del  $T_1$  es estadísticamente diferente a los efectos de los  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ , mientras los efectos de los  $T_2$  y  $T_3$  se consideran estadísticamente iguales.

Estos resultados indican que nos muestra que existe diferencias significativas entre los niveles estudiados, siendo el  $T_1$  el que obtuvo el mayor rendimiento en cápsulas (935.01 Kg./ha), seguido los  $T_2$ ,  $T_3$  que son iguales estadísticamente con una producción de 431,85 Kg./ha y 393,75 Kg./ha respectivamente, quedando al ultimo el  $T_4$  (testigo) 313,117 Kg./ha; esto nos estaría indicando que la planta de sachá inchi en un suelo fuertemente ácido responde a aplicaciones de fuentes de calcio y magnesio (Magnecal) de niveles bajos, el cual se puede considerar como el óptimo al  $T_1$ , el descenso en la producción con mayores niveles de aplicación se atribuye posiblemente que aproveche para la función del crecimiento y desarrollo y no para la producción de cápsulas.

El coeficiente de determinación (98,80 %) y el coeficiente de variación (7,97 %), muestra la homogeneidad que existe entre tratamientos.

Los Gráficos N° 6 muestra la tendencia del rendimiento de cápsulas por bloques. Indicando que el bloque I se obtuvo mayores rendimientos frente a los otros bloques II y III. Debido a que dicho bloque estuvo ubicado en un área de menor ondulación.

#### **6.5.2. Rendimiento en semillas**

El análisis de varianza (Cuadro N° 11) para rendimiento de semilla indica que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para tratamientos y bloques.

Los resultados obtenidos en el Gráfico N° 07 muestran que el menor rendimiento de semillas del T<sub>4</sub> (testigo), no difiere estadísticamente a los T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>. La mayor producción (411,66 Kg./ha de semilla/tratamiento) se obtuvieron con el T<sub>1</sub>, lo cual indica el nivel óptimo agronómico que requiere la planta.

También se puede inferir que en niveles mayores de 123,43 Kg./ha de magnecal en un suelo fuertemente ácido con pH 5,17, no contribuye a un mayor rendimiento de semilla, posiblemente debido a la formación de compuestos insolubles del calcio con los

elementos zinc, fierro y fósforo este último muy importante que promueve la fructificación en las plantas.

El coeficiente de determinación (96,70 %) y el coeficiente de variación (12,11 %), muestra la homogeneidad que existe entre tratamientos.

Los Gráficos N° 08 muestran la tendencia del rendimiento de semillas por bloques. El resultado indica que el comportamiento de dichas tendencias es similar al rendimiento de cápsulas, es decir, hubo mayor rendimiento en el bloque I.

#### **6.6. Análisis económico**

El análisis económico en producción de semilla muestra en el Cuadro N° 12, nos indica pérdidas para todos los tratamientos, esto debido a que el costo de producción es alto, debido a los materiales utilizados en la instalación del experimento. Por otro lado la producción de semillas es baja por que el cultivo de sachá inchi es una planta perenne. La relación beneficio costo varia de 0,04 a 0,11.



## VII. CONCLUSIONES.

- 7.1.** El tratamiento 1 (dosis de 123.43 Kg./ha. de magnecal) tuvo mayor efecto en la producción de cápsulas y semillas: 935,010 Kg./ha de cápsulas y 411,66 Kg./ha de semilla. Estos efectos son estadísticamente diferentes a los efectos de los otros tratamientos 2, 3 y 4.
- 7.2.** Los niveles estudiados destaca el Tratamiento 1 (dosis de 123.43 Kg./ha. de magnecal), (411,66 Kg./ha de semilla), por haber obtenido una relación beneficio-costó más alta en comparación a los demás tratamiento. Sin embargo, destaca con rentabilidad aceptable alcanzando un beneficio neto de S/. -6981,66 Nuevos Soles y menor producción el testigo T4 (149,52 Kg./ha) con S/. -7256,44 Nuevos soles con comportamiento menor.
- 7.3.** Por el alto costo de instalación del experimento, el costo de producción es mayor que el beneficio obtenido durante el experimento. Por tal razón que los beneficios netos en los  $T_1 = -6981,66$ ,  $T_2 = -7281,68$ ,  $T_3 = -7404,70$ ,  $T_4 = 7256,44$  son negativos, además, la relación b/c son menores en el  $T_1$  tal como indica la no rentabilidad (Cuadro N° 12).



### VIII. RECOMENDACIONES.

- 8.1. Continuar investigando, evaluando dosis de magnecal en cultivo de Sacha Inchi, con el propósito de incrementar los rendimientos en el Sector Maronilla para mejorar utilidades.
- 8.2. Hacer estudios de niveles críticos de acidez para determinar los requerimientos de magnecal en el cultivo de sachá inchi.
- 8.3. Realizar trabajos de validación de tecnología sobre aplicación de magnecal en suelos cubiertos por Cashucsha -*Imperata brasiliensis* y Shapumba - *Pteridium aquilinum*, como fertilización y como enmienda.

## IX. RESUMEN

La degradación de suelos (acidificación) de la cuenca de cumbaza, donde se dejó de producir cultivos tradicionales: maíz, yuca, plátano, frejol, por la limitación de nutrientes, aparece como alternativa el Sacha Inchi. Se sabe por estudios anteriores (Valles, Enma Manco), no es posible aprovechar estos suelos con enmienda de magnecal.

El presente trabajo de investigación fue conducido en tierras de la Empresa Tabacalera del Oriente SAC, Sector Maronilla, distrito de Morales, Provincia de San Martín, Región San Martín (Perú), ubicado geográficamente a 6° 27' latitud Sur y 76° 25' longitud Oeste a una altitud de 576 m.s.n.m.

Las características del suelo fue de textura Franco arenoso, reacción fuertemente ácida (pH 5.17) contenido bajo materia orgánica (1.28%), con disponibilidad de fósforo (48 ppm), bajo contenido de cationes intercambiables y saturación de aluminio relativamente bajo (27.6%).

El Objetivo, fue evaluar el efecto de 3 niveles de magnecal (Ca y Mg), sobre el rendimiento del cultivo de Sacha Inchi y realizar el análisis económico de los mejores tratamientos.

Se empleó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones y 4 tratamientos, se utilizó prueba de análisis de varianza y DUNCAN al 0.05% de nivel de significación, para comparar el efecto promedio de los

tratamientos. Los tratamientos evaluados fueron  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ , de magnecal (calcio y magnesio).

Los resultados obtenidos concluyen, que existieron diferencias significativas para las diversas dosis aplicadas, manifestándose en el incremento del rendimiento de cápsulas y semillas. Sobresalió el  $T_1$  935,01 Kg/Ha, 411,66 Kg/Ha de semilla en (Gráfico N° 18). Cuya relación B/C fue de 0,11 comparados con los  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  con 0,06; 0,05; 0,04 respectivamente.

No encontrando diferencia significativa para el parámetro de altura de planta y otros parámetros evaluados.

## X. SUMMARY

The degradation of the grounds (Acidification) of the river cumbaza basis, where they stopped producing traditional growing such as: corn, yucca, plantain, beans, for the limitation of the nutrients, it appears like a choice to take the Sacha Inchi. It is known anterior studies (Valles, Enma Manco), it is not possible to take advantage these grounds with amendment of magnecal.

This present work of investigation was driven on the tobacco enterprise's land of the Orient SAC, Sector Maronilla, district of Morales, Province de San Martín, Region San Martín (Peru), Geographically located to 6° 27' South latitude and 76° 25' west longitude to a altitude of 576 m.s.n.m.

The Characteristic of the grounds were sandy Franco texture, reaction strongly acid (pH 5.17) Contained under organic matter (1.28%), with availability of phosphorous (48 ppm), under exchangeable cations and saturation of aluminum relatively under (27.6%).

The goal was to evaluate the effect of 3 levels of magnecal (Ca y Mg), about the performance of the growing of Sacha Inchi and to make the economical analysis of the best treatments.

It's been used the design estatistical of the parts completely by chance (DBCA) with 3 repetitions and 4 treatment, It's also been used the test of analysis of variance and DUNCAN to the 0.05% of level of signification, to compare the

average of the treatments. The evaluated treatments were  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ , of magnecal (calcium and magnesium).

The obtained outcomes finally say that there existed many differences for the *diverse doses applied, showing itself up in the increasing of the many capsules* and seeds. Stuck out the  $T_1$  935,01 Kg/Ha, 411,66 Kg/Ha of seed in (Graphic N° 18). Which relation B/C was of 0,11 compared with the  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  with 0,06; 0,05; 0,04 respectively.

Not finding many differences for the parameter of highness of the plant and other evaluated parameters





## XI. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALCARDE, J.C. 1992. Correctivos de acidez de suelos: características e interpretaciones técnicas. ANDA, Sao Paolo, Brasil. Boletín Técnico N° 6 - 26 p.
2. ALEGRIA, V.S. 2003. "Evaluación del efecto residual de enmienda Calcio Magnesica en el rendimiento del frijol caupi - *Vigna unguiculata* en suelos ácidos de Aucasoma, como tercer cultivo evaluado". Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.S.M. Tarapoto – Perú. 25 - 62 p.
3. ARÉVALO, G. 1996. El Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia Volúbilis* L.) en la Amazonia. Instituto de Investigación Agraria, Proyecto Suelos Tropicales. Lima, Perú. 68 p.
4. AYALA, S.A. Y FIELD MUSEUM S.A., 1997. Clasifica al sachá inchi de la siguiente manera: Taxonomía vegetal. 119 - 121p.
5. BELGER, E.U., FRITZ, A. Y IRSCHICK, H. 1990. La importancia de los nutrientes secundarios y elementos menores en la agricultura. Boletín de la BASF. Republica Federal de Alemania. 16 - 17 p.
6. BERTSCH, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica, San José, Universidad de Costa Rica. 86 p.

7. CACHIQUE, D. 2006. "Estudio de la biología floral y reproductividad en el cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*, L)". Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.S.M – Tarapoto. Perú. 15 p.
8. CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION. 1995. Manual de fertilizantes para la agricultura. Editorial LIMUSA. Primera edición. Impreso en México. 297 p.
9. CAMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO 1993, Alternativa Sacha inchi, boletín informativo, N° 05, Tarapoto/ San Martín. 12 p.
10. CARBALLO, L. 1993. Caracterización física y química de materiales de encalado en Costa Rica. Agronomía Costarricense 17 (2). 105 -110 p.
11. CHAVEZ, M.A. 1993. Determinación de calidad de 13 materiales de uso comercial empleados para el encalado de los suelos de Costa Rica a través de su valoración. San José, Costa Rica. 20 p.
12. CHAVEZ, M.A. 1993. Importancia de las características de calidad de los correctivos de acidez de suelo: desarrollo de un ejemplo practico para su cálculo. San José, Costa Rica. DIECA. 41 p.
13. COLACELLI, N.A. 1997. Suelos: Corrección de suelos ácidos 3ra. Edic. – Madrid España. 32 p.

14. THE POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE 1997. Manual de fertilidad de suelos. 22 - 32 p.
15. ESTACIÓN EXPERIMENTAL "EL PROVENIR" INIA – TARAPOTO 1996. Folleto informativo. 55 - 56 p.
16. FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO DEL ALTO MAYO (FUNDAAM), 1999. Experimentación en el cultivo de arroz (Oriza sativa), con enmiendas de caliza dolomítica. Acuerdo de cooperación entre el PEAm y Cemento Pacasmayo. Moyobamba – Peru. 5 p.
17. GARCIA, C.D.H., 2004. "Efecto de diferentes dosis de enmienda calcio magnésica y niveles de abonamiento en el rendimiento de café (Coffea arabica L.) en condiciones del Alto Mayo – San Martín". Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.S.M – Tarapoto. Perú. 32 -37,38 p.
18. GÓMEZ, S. I. 1995, Estudios de la calidad proteica del sachá Inchi, Instituto Nacional de Nutrición, Lima – Perú. 35 p.
19. GUERRERO C. ROSA A. 1994. "Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres variedades leguminosas de grano asociados con Sachá Inchi - *Plukenetia volubilis* L. en Morales". U.N.S.M. – Tarapoto – Perú. 7, 8 p.

20. **HOLDRIDGE. L. R. 1987, Ecología basada en zonas de vida. Centro Científico Tropical. Edit. IICA. Segunda Edición. San José. Costa Rica. 216 p.**
21. **HAMAKER, B. R. 1992, Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del Sacha Inchi - *Plukenetia volubilis*. 18 p.**
22. **HAZEN Y STOEWESAND. 1980, Resultados de análisis del aceite y proteína del cultivo de sachá inchi. Universidad de Cornell. USA. 12p.**
23. **INIA, 1996. El cultivo del Sacha Inchi en la Amazonia, LIMA- PERU. 16 p.**
24. **Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 2005 – 2006.**
25. **LEON, S.L. Y FENSTER, W.E. 1980. El uso de las rocas fosfatadas como fuente de fósforo en suelos ácidos e infértiles de América del Sur. CIAT. Colombia. 250 p.**
26. **MACBRIDE L. F. 1951. Field museum of natural history - botany. Volumen III. Part. III – A, number 1. 23 p.**
27. **MANCO, E. 2004. Sacha Inchi, planta prometedora de la Amazonía Peruana. EL PORVENIR AGRARIO, INIEA – Tarapoto. 11 p.**

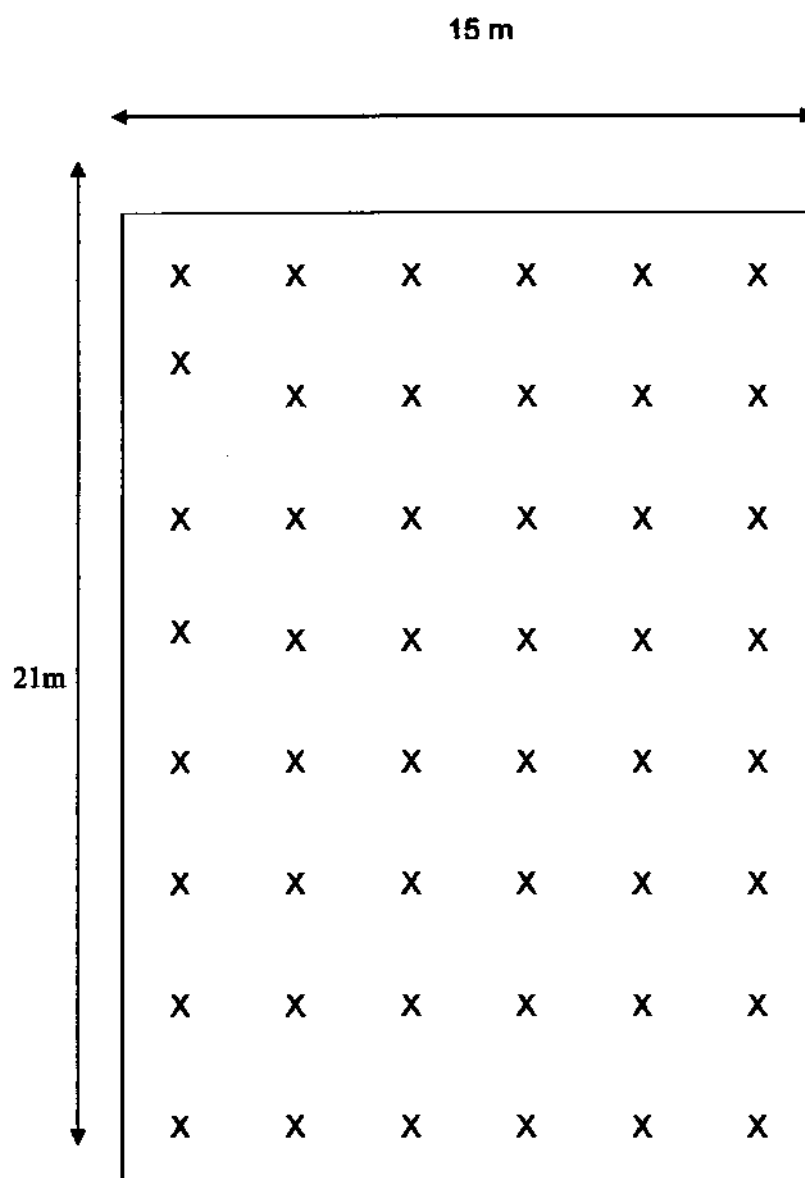
28. PASCUAL B. Y NOGUERA V. 2003. Manual fitotecnia general fertilización. Departamento de producción vegetal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia - España. Editorial UPV. 23, 24, 25, 26 -29 - 43, 44 - 46 p.
29. PEZO, M.B. 2002. "Evaluación del efecto de dosis con enmienda Calcio Magnesica en el rendimiento del cultivo de maní – *Arachis hypogaea* en el suelo ácido del Fundo Aucaloma". Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.S.M. Tarapoto – Perú. 27 -77 p.
30. RENGIFO, C. 2003. "Efecto del encalado en un ultisol de la Provincia de Lamas (Bajo Mayo), en el rendimiento del maíz amarillo duro – *Zea maíz* L. var. INIA 602 y soya – *Glycine max* M. en rotación. Tesis de grado Magíster Scientiae. Escuela de post grado especialidad de suelos. U.N.A.M. Lima – Perú. 84,85 p.
31. RUSSELL E.J. Y RUSSELL E.W. 1990. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 3ra edición – Madrid – España. 77 – 79 p.
32. SANCHEZ, P.A. y SALINAS, J.G. 1976. Suelos ácidos estratégicos para su manejo en bajos insumos en América Tropical-Bogota, Colombia. 5 p.
33. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROGEOLOGIA (SENAMHI) 2005 – 2006. Tarapoto – Región San Martín.

34. TISDALE, S., NELSON, W. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes.  
Editorial Unión Tipográfica S.A. México. 244-473 p.
35. VALLES, C. 1992. El "Sacha Inchi", Planta nativa de importancia proteica y  
aceitera promisorio para la Selva Alta. Separata. 8 p.
36. VILLAGARCIA S. 1990. Manual de uso de fertilizantes. UNA – "La Molina".  
46 p.



# *ANEXO*

## ESTUDIO DETALLADO DE LA PARCELA

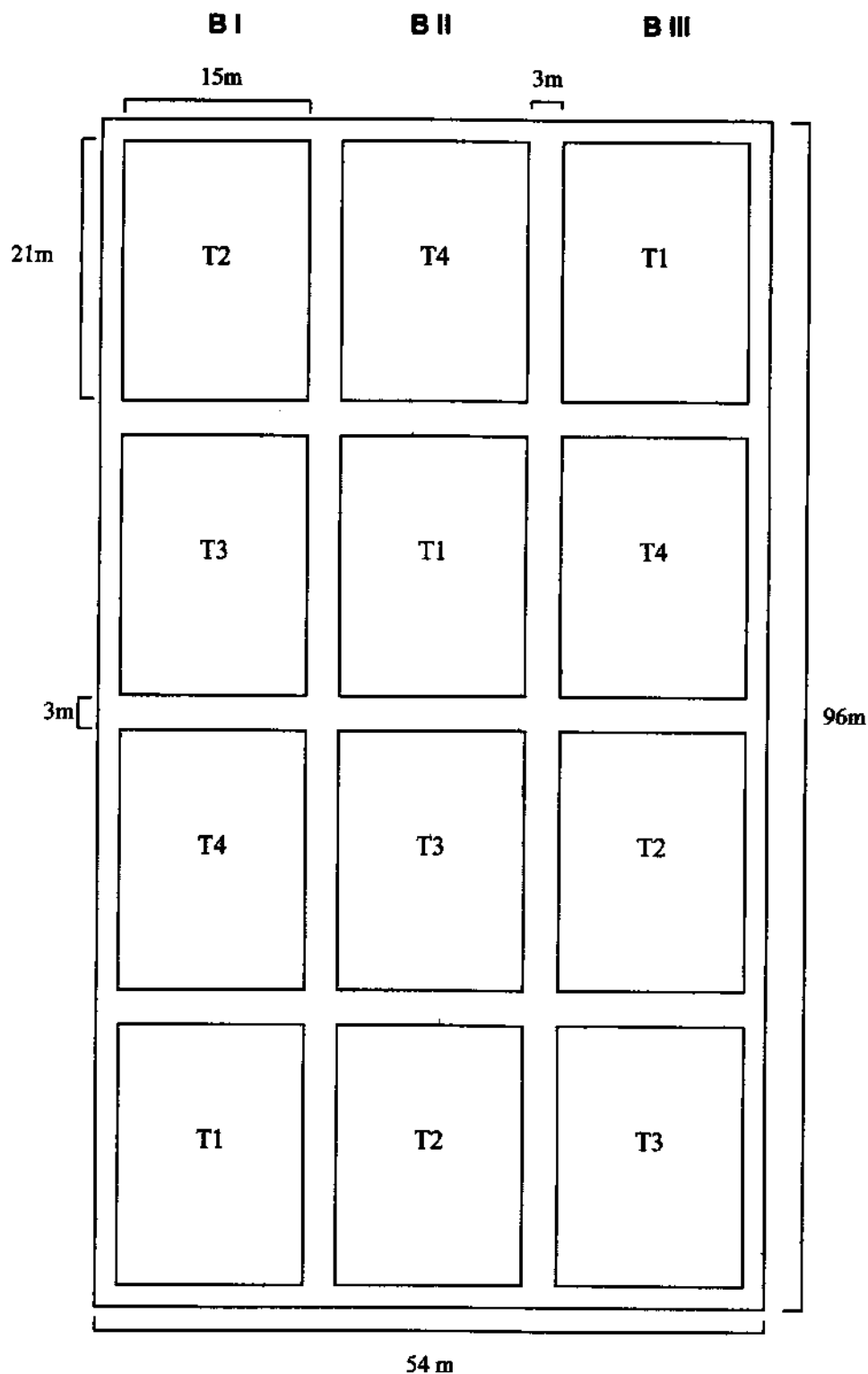


48 plantones/tratamiento

192 plantones/Bloque

576 plantones/experimento

# CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



**CUADRO N° 13: COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 HA DE SANCHA INCHI, BAJO DIFERENTES DOSIS DE MAGNECAL**

RUBRO	UNIDAD	C. U. S/.	T1		T2		T3		T4	
			CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>										
<b>1. Vivero</b>										
Construcción de tinglados	Jornal	15	2	30	2	30	2	30	2	30
Desinfestación de semillas	Jornal	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Desinfestación de suelo	Jornal	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Llenado de bolsa y siembra	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Acomodo de bolsas	Jornal	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Remojo de vivero	Jornal	15	3	45	3	45	3	45	3	45
<b>2. Campo definitivo</b>										
Demarcación de parcela	Jornal	15	4	60	2	30	2	30	2	30
Limpieza	Jornal	15	20	300	20	300	20	300	20	300
Poseado (para siembra de sinchinas)	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Distribución de sinchinas	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Siembra de sinchinas	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Poseado (para siembra de plántones)	Jornal	15	5	75	5	75	5	75	5	75
Distribución de plántones	Jornal	15	3	45	3	45	3	45	3	45
Siembra de Plántones	Jornal	15	5	75	5	75	5	75	5	75
Aplicación del magnecal	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Tendido de alambre púa	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Resiembra de plántones	Jornal	15	1	15	1	15	1	15	1	15
<b>2.1. Labores culturales</b>										
Deshierbos	Jornal	15	105	1575	105	1575	105	1575	105	1575
Remojo de plantas	Jornal	15	16	240	16	240	16	240	16	240
Aplicación de insecticida	Jornal	15	6	90	6	90	6	90	6	90
Podas y acomodo de ramas	Jornal	15	8	120	8	120	8	120	8	120
Cosecha	Jornal	15	19.5	292.5	12.5	187.5	12.5	187.5	8	120
Beneficio (secado de capsulas)	Jornal	15	4	60	4	60	4	60	4	60
Separación de semilla y cápsula	Jornal	15	1	15	1	15	1	15	1	15
<b>3. Insumos y materiales</b>										
<b>Insumos</b>										
Semillas	Kg	3.5	1	3.5	1	3.5	1	3.5	1	3.5
Magnecal	Saco	13	2.5	32.5	3.7	48.1	4.9	63.7		
Humus	Kg	0.32	1000	320	1000	320	1000	320	1000	320
Fungicida - Tiofanate metil + thiram	Kg	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Fungicida - Carbofuram	Kg	38	1	38	1	38	1	38	1	38
Insecticida - Metamidophos	Kg	140	0.8	112	0.8	112	0.8	112	0.8	112

RUBRO	UNIDAD	C. U. SI.	T1		T2		T3		T4	
			CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL	CANTIDAD	C. TOTAL
<b>Materiales</b>										
Arena gruesa	M <sup>3</sup>	30	2	60	2	60	2	60	2	60
Madera rolliza	Unidad	3	8	24	8	24	8	24	8	24
Cañabrava	Unidad	0.7	20	14	20	14	20	14	20	14
Hoja de palma	Unidad	0.3	60	18	60	18	60	18	60	18
Alambre de construcción	Kg	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Clavos 3 pul.	Kg	5	2	10	2	10	2	10	2	10
Palana	Unidad	17	1	17	1	17	1	17	1	17
Rafia	Unidad	1	14	14	14	14	14	14	14	14
Martillo	Unidad	9	1	9	1	9	1	9	1	9
Bolsas 12 x 17	Paquete	1.5	41	61.5	41	61.5	41	61.5	41	61.5
Bolsas negras	Millar	12	1	12	1	12	1	12	1	12
Alicate	Unidad	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Rastrillo	Unidad	4.5	1	4.5	1	4.5	1	4.5	1	4.5
Saco de polipropileno	Unidad	2	23	46	11	22	10	20	8	16
Pico	Unidad	18	1	18	1	18	1	18	1	18
Wincha 50 m.	Unidad	70	1	70	1	70	1	70	1	70
Sinchinas	Unidad	3	648	1944	648	1944	648	1944	648	1944
Alambre púa	Rollos	40	11	440	11	440	11	440	11	440
Grapas	Kg	7	2	14	2	14	2	14	2	14
Cavadora	Unidad	22	2	44	2	44	2	44	2	44
Machete	Unidad	12	2	24	2	24	2	24	2	24
Carretilla	Unidad	115	1	115	1	115	1	115	1	115
Regadora	Unidad	30	1	30	1	30	1	30	1	30
Malla metálica	Unidad	6	2	12	2	12	2	12	2	12
Tijera podadora	Unidad	52	1	52	1	52	1	52	1	52
SERRUCHO de podar	Unidad	48	1	48	1	48	1	48	1	48
Cuchillo de injertar (deschuponar)	Unidad	10	1	10	1	10	1	10	1	10
<b>4. Otros</b>										
Análisis de suelo	Análisis	45	2	90	2	90	2	90	2	90
Transporte (chacra al acopio)	sacos	0.5	24	12	11	5.5	10	90	8	4
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				7191.5		7041.6		7139.7		6918.5
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>										
Gastos Administrativos 8 % C. D.				575.32		563.328		571.176		553.48
Gastos financieros 3.5 % M. O.				120.49		115.76		115.76		113.40
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				695.81		679.0905		686.9385		666.88
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>				7887.31		7720.69		7826.64		7585.38

**CUADRO N° 14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.**

ACTIVIDADES	AÑO 2 005						AÑO 2 006						
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Construcción de tinglados	X												
Preparación del sustrato	X												
Llenado de bolsas y siembra de semillas	X												
Limpieza y demarcación del terreno	X												
Aplicación de magnecal	X												
Establecimiento del sistema de espalderas		X											
Siembra de los plantones		X											
Establecimiento de cobertura		X											
Evaluaciones		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Labores culturales		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



MUESTREO DE SULEO PARA SU ANALISIS INICIAL



ALMACIGADO DE SEMILLA EN BOLSAS





TRANSPLANTE A CAMPO DEFINITIVO



EVALUACION DE ALTURA DE PLANTA





## DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS



## PODA DE FORMACION





FLORACION A LOS 2 MESES



COSECHA DE CAPSULAS



MUESTRA DE SEMILLAS DESCAPSULADA

